



**PROPICIANDO CAMBIOS DE CONDUCTA DE CONSUMO
DE AGUA EN EL ENTORNO DOMÉSTICO:
CAMINO A CIUDADES MÁS SUSTENTABLES**



Fotografía por Daniel Sinoca de Unsplash.



Memoria presentada a la Facultad de Diseño de la
Universidad del Desarrollo para optar al Título Profesional
de Diseñador (para proyectos aplicados).

Alumna: Renata Vásquez Peña
Profesores: Sr. Mauricio Reyes Contreras y Sr. Alex Hurtado Zapata

Santiago, Diciembre 2021

ÍNDICE TEMÁTICO

1 ABSTRACT	13
-------------------	-----------

2 INTRODUCCIÓN	15
-----------------------	-----------

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16
--	-----------

3.1 Fundamento de la Investigación	17
3.2 Pregunta de Investigación	17
3.3 Objetivo General	17
3.4 Objetivos Específicos	17

4 MARCO TEÓRICO	18
------------------------	-----------

4.1 El agua	19
--------------------	-----------

4.1.1 El Agua en el Planeta Tierra	20
4.1.2 Cambio Climático y Estrés Hídrico	20
4.1.3. Disponibilidad del Recurso Hídrico en Chile	22
4.1.3.1 Agenda Común al 2030	23

4.2 El consumo en nuestro país	24
---------------------------------------	-----------

4.2.1 Estadísticas de Consumo en Nuestro País	24
---	----

4.2.1.1 Consumo de Agua Potable en el Hogar	25
---	----

4.2.2 Formas de Mitigación del Consumo Excesivo	27
---	----

4.2.3 Reutilización del Agua	29
------------------------------	----

4.2.3.1 Aguas Grises	29
----------------------	----

4.2.3.2 Tratamiento de Aguas Grises	30
-------------------------------------	----

4.3 Smartcities	31
------------------------	-----------

4.3.1 Gestión	32
---------------	----

4.3.2 Gobernanza	32
------------------	----

4.3.3 Infraestructura	32
-----------------------	----

4.3.4 Economía	32
----------------	----

4.3.6 Personas y Comunidades	33
------------------------------	----

4.3.6 Tecnología	33
------------------	----

4.3.6.1 IoT (Internet de las Cosas)	34
-------------------------------------	----

4.3.6.3 IoT Para la Gestión de Agua	35
-------------------------------------	----

4.4 Visualización de Datos 36

4.4.1 Principios Para una Visualización Efectiva 37

4.4.2 Visualización de Datos para el Cambio de Conducta 38

4.5 Referentes 36

4.5.1 Referentes para el Cambio de Conducta 39

4.5.1.1 The Virtual Water 39

4.5.1.2 edrop 40

4.5.1.3 Save3 41

4.5.1.4 Eve Riego Inteligente 41

4.5.2 Referentes de Reutilización 42

4.5.2.1 Hydraloop 42

4.5.2.2 Duo 42

4.5.2.3 Grow 43

5 MARCO METODOLÓGICO 45

5.1 Problema Oportunidad 46

5.1.1 Desk Research 46

5.1.2 Encuesta 45

5.1.2.1 Características de la Muestra 47

5.1.2.2 Percepción del Consumo 48

5.1.2.3 Hábitos de Consumo 48

5.1.2.4 Percepción de Consumo 49

5.1.2.5 Conclusiones de la Encuesta 49

5.1.3 Definición Problema Oportunidad 50

5.2 Perfil Persona 51

5.2.1 User Persona 51

5.3 Propuesta Conceptual 51

5.3.1 Brainstorming 53

5.3.2 Hipótesis Tecnológica	54
5.3.3 Tiles IoT Inventor Kit	54
5.3.4 Propuesta Conceptual	56
5.3.5 Design Criteria Canvas	57

5.4 Propuesta Formal - WIOT 51

5.4.2 Arquitectura IoT	68
------------------------	----

5.5 Desarrollo del Proyecto 51

5.5.1 Medición de Consumo (KPI's)	70
5.5.1.1 Medición de Consumo de Agua Diario	71
5.5.1.2 Medición de Consumo de Agua Semanal	72
5.5.2 Validación del Problema	73
5.5.3 Requerimientos de Visualización	74
5.5.4 Bocetos iniciales	74
5.5.5 Desarrollo de Prototipo 3D	75

5.5.6 Visualización de Datos	76
------------------------------	----

5.5.7 Concepto de Marca	77
-------------------------	----

5.5.7.1 Paleta de Colores	77
---------------------------	----

5.5.7.2 Logo	77
--------------	----

5.5.8 Desarrollo de Visualización	78
-----------------------------------	----

5.5.8.1 UI KIT	78
----------------	----

5.5.8.2 Interfaz Llave	78
------------------------	----

5.5.8.3 Sitemap Aplicación	80
----------------------------	----

5.5.8.4 Interfaz Aplicación	81
-----------------------------	----

5.5.9 Renders	82
---------------	----

5.6 Testeo y Validación 51

5.6.1 Testeo de Visualización in Situ	83
---------------------------------------	----

5.6.1.1 Iteraciones de la Vista	85
---------------------------------	----

5.6.2 Validación	87
------------------	----

6 PLAN DE EJECUCIÓN 89

6.1 Bussines Model Canvas	89
6.2 PESTLE	90
6.3 TAM SAM SOM	90
6.4 Evaluación Financiera	91
6.5 Road Map y Escalabilidad	92

7 CONCLUSIÓN 94

8 REFERENCIAS 96

9 ANEXOS 104

9.1 Anexo 1: Encuesta Hábitos de Consumo	104
9.2 Anexo 2: Encuesta Experiencia Medidor de Agua	105
9.3 Anexo 3: Entrevista Visualización de Datos	106
9.3 Anexo 4: Entrevista Arquitecto	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Planeta Tierra	19
Figura 2- Agua existente en la superficie del planeta	20
Figura 3- Estadísticas del consumo de agua en el mundo	21
Figura 4- Línea base del estrés hídrico	21
Figura 5- Patrones de precipitación y caudales en Chile	22
Figura 6- Fotografía manos con agua	23
Figura 7- Demanda consuntiva de agua	25
Figura 8- Distribución de la demanda consuntiva al año 2018	25
Figura 9- Consumo de agua en el quehacer diario	26
Figura 10- : Metros cúbicos consumidos al día en Chile	26
Figura 11- Cartel digital en la autopista de Cape Town	28
Figura 12- Porcentaje de aguas grises según fuente de origen	29
Figura 13 - Aguas grises del lavado de frutas y verduras	30
Figura 14- Dimensiones de una SmartCity	31
Figura 15- Diagrama de arquitectura de Información de Iluminación Inteligente	35
Figura 16- Canalización de visualización de datos	36
Figura 17- Fotografía llave corriendo	39
Figura 18- Agua virtual contenida en ciertos alimentos	40

Figura 19- Sistema gráfico y lenguaje visual de virtual water	40	Figura 35- <i>Triggers tiles</i>	55
Figura 20 y 21- Dispositivo edrop y aplicación	40	Figura 36- <i>Feedback tiles</i>	56
Figura 17- Save 3 para regular el consumo de energía y agua en el Hotel	41	Figura 37- <i>Tiles idea generator canvas</i>	56
Figura 21- Hydraloop	42	Figura 38- Design criteria canvas	57
Figura 22- Duo	42	Figura 39- Primer boceto de propuesta conceptual	57
Figura 23- Grow	43	Figura 40- WIOT	59
Figura 24- Metodología del doble diamante	45	Figura 41- WIOT	60
Figura 25- Resultado de análisis de tendencias	46	Figura 42- WIOT	61
Figura 26- Principales descubrimientos de la investigación de Escritorio	47	Figura 43- WIOT	62
Figura 27- Rangos Etarios de la Muestra	47	Figura 44- WIOT	63
Figura 28- ¿Cuánta Agua Crees que Consume un Chileno en Promedio al Día?	48	Figura 45- WIOT	64
Figura 29- Métodos utilizados en el hogar de ahorro de agua	48	Figura 46- WIOT	65
Figura 30- ¿Consideras que consumes más agua de la necesaria en tu hogar?	49	Figura 47- WIOT	66
Figura 31- Perfil persona: Matías	52	Figura 48- WIOT	67
Figura 33- <i>Scenario & Persona Tiles</i>	54	Figura 49- Arquitectura de la información de WIOT	68
Figura 34- <i>Missions tiles</i>	55	Figura 50- Medidor de Flujo	70
		Figura 51- Características de casas de estudio	71
		Figura 53- Consumo de agua de 1 semana en Casa N°2	72
		Figura 54- Generación de aguas grises	72

Figura 55- Nivel de sorpresa al visualizar el consumo	73	Figura 75- Keyframes de animación de pantalla	84
Figura 56- Sentimientos evocados por este nuevo conocimiento	73	Figura 76- Testeo de la visualización in situ	84
Figura 57- Mejoras del prototipo inicial	74	Figura 77- Iteración de pantalla Stand by	85
Figura 58- Bocetos y anotaciones Iniciales	74	Figura 78- Iteración pantalla contador	86
Figura 59- Modelado 3D de llave	75	Figura 79- Iteración colores de contador	86
Figura 60- Modelado 3D de lavaplatos	75	Figura 80- Business Model Canvas	89
Figura 62- Colores primarios y gradientes	77	Figura 81- Evaluación financiera	91
Figura 63- Logo WIOT	77	Figura 82- Road Map	92
Figura 64- Kit de interfaz de usuario (UI KIT)	78		
Figura 65- Pantalla Stand by	79		
Figura 66- Pantalla con contador	79		
Figura 67- Contador de litros consumidos	80		
Figura 68- Prueba de tamaños de fuente	80		
Figura 69- Site map	80		
Figura 70- Wireframes app	81		
Figura 71- Frames de la app	81		
Figura 73- Proceso de renderizado	82		
Figura 74- Adaptador para Llave	83		



1

ABSTRACT



ABSTRACT

El estrés hídrico es un fenómeno que afecta a todo el mundo. En Chile, la escasez de agua se ha dejado sentir de manera severa, siendo la actual sequía que vive nuestro territorio la más grave, en cuanto a duración y extensión, que se ha documentado en los últimos cien años. El consumo promedio en Chile por habitante al día es de ciento cincuenta y ocho litros por persona, muy por sobre el límite de cien litros definido por la ONU como una cantidad sostenible. Es por tanto necesario de manera urgente generar un cambio de conducta respecto al uso y consumo del recurso hídrico en el entorno doméstico. Al mismo tiempo, la tecnología avanza, el mundo cambia y las grandes urbes en creciente población se deben adaptar a situaciones climáticas más severas, aumentando la tendencia hacia el desarrollo de *smartcities* y ciudades más sustentables. A través de un sistema integral que permita la recolección de datos de consumo y reutilización de agua dentro del hogar y su posterior análisis y visualización de datos, podemos propiciar cambios en la conducta consuntiva de los usuarios y permitir un ahorro significativo del recurso hídrico. Al mismo tiempo, este sistema se entabla como una propuesta para favorecer y avanzar hacia el desarrollo de espacios urbanos más conectados, inteligentes y sustentables.

Palabras Clave: Agua, Consumo de agua, Reutilización de agua, Visualización de Datos, Ciudades Inteligentes.

2

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El mundo cambia; La tecnología avanza, la población aumenta y el clima que de nuestro planeta se vuelve cada vez más árido, agotando los recursos naturales y haciendo que nuestra supervivencia se convierta en un desafío. Bajo este contexto de emergencia climática, las innovaciones que permitan cuidar los bienes naturales, cada vez más escasos, son la tendencia de desarrollo y la nueva vía hacia la innovación que los tiempos contemporáneos requieren.

A principios del siglo XXI se acuñó el término de *Smartcities* o ciudades inteligentes, cómo un nuevo concepto de desarrollo de centros urbanos que albergan grandes cantidades de población, pero que se forjan en pos del uso de la tecnología para generar una simbiosis con el mundo en el que nos incertamos desde todos los puntos que implican una sociedad: Gobernabilidad, economía, gestión, infraestructura, tecnología y sustentabilidad. Siendo este el nuevo modelo a seguir y el camino por el cual las grandes ciudades han prosperado, algunos países más adelantados que otros en la materia según sus distintos niveles de desarrollo.

Sin embargo, para lograr generar espacios urbanos de estas características, se necesita implementar estrategias de acción que permitan su configuración y evaluar nuestro comportamiento como usuarios individuales y sociedad. El problema radica entonces, en que a pesar de que la disponibilidad de recursos naturales está en constante disminución, el consumo de estos, mucha veces desmedido y poco visible que tienen los usuarios,

está causando estragos. En el presente documento se plantean los antecedentes del impacto que nuestros hábitos de consumo de agua en el hogar tienen sobre la disponibilidad total de este recurso y así, dar paso a los requerimientos para la exploración de una propuesta de diseño inteligente que permita elaborar una solución tecnológica basada en la recolección de datos y su posterior visualización. Lo anterior, en la búsqueda de generar cambios de conducta de consumo hacia un uso más sustentable del agua que pueda ser mantenido en el tiempo, permitiendo así mitigar las consecuencias que nuestros hábitos tienen no solo para la sociedad, sino para toda la naturaleza en su conjunto.

La tecnología y su abanico de posibilidades nos entrega un sin fin de herramientas para la búsqueda de soluciones. Su correcta e innovadora implementación pueden ayudar a generar cambios en distintas aristas de nuestra sociedad, originando espacios urbanos más responsables, conectados y sustentables, y así, encaminar el futuro hacia comunidades más conscientes con su comportamiento, con los individuos que las conforman y con el mundo en el que se incertan. Porque mientras los recursos sigan a la mano y en un uso invisible, será difícil que tomemos la acción urgente que nuestro mundo necesita.

3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Fundamento de la Investigación

En todo el mundo la escasez de agua es una realidad. Es necesario generar cambios en la forma que usamos el agua, siendo muy importante abarcar todos los niveles de consumo de este recurso. Bajo un escenario real, dónde la escasez hídrica ya tocó nuestra puerta y está teniendo consecuencias devastadoras, todos los esfuerzos y soluciones innovadoras que tengan como objetivo la conservación y preservación de este vital elemento, son sumamente apreciadas, pues nos beneficia no solo directamente a nosotros sino también a todas las futuras generaciones que están por venir.

3.2 Pregunta de Investigación

Es por todo lo anterior que nace la pregunta que modela esta investigación:

¿De qué manera el diseño de un sistema de visualización de datos de consumo y reutilización de agua en el entorno doméstico propicia cambios de conducta consuntiva en los usuarios y favorece el desarrollo de urbes más sustentables?

3.3 Objetivo General

Diseñar un sistema que permita recolectar datos de consumo y reutilización de agua en el hogar y visualizarlos para propiciar cambios de conducta consuntiva en los usuarios que lo utilicen y así favorecer el desarrollo de urbes más sustentables.

3.4 Objetivos Específicos

- **Comprender** el escenario hídrico actual y la tendencia de las *smartcities* a nivel global.
- **Definir** un sistema que permita la recolección de datos de consumo y reutilización de agua en el entorno doméstico.
- **Elaborar** una propuesta de visualización de datos de consumo y reutilización de agua para usuarios que utilizan el recurso hídrico en el entorno doméstico.

4

MARCO TEÓRICO

4.1 EL AGUA

“ f. Del latín Aqua. Líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos” (Real Academia Española, s.f., definición 1).

A lo largo de la historia, el agua siempre ha tenido un papel fundamental para la vida en la tierra. Cumple un rol de extrema importancia desde un nivel biológico en todos los seres vivos hasta ser un recurso vital para el ecosistema de nuestro planeta. Todas las sociedades a lo largo de la historia han necesitado asentarse siempre cercanas a este valioso recurso para asegurar y mantener la supervivencia de la población. Este recurso era necesario para el consumo de humanos y animales, como vía de comunicación o para el riego. Es decir, era y sigue siendo necesaria para la prosperidad de la sociedad humana. (Alcalá, 2015)



Figura 1 - Planeta Tierra
Fuente: (Envato, 2021a)

4.1.1 El Agua en el Planeta Tierra

El agua es crucial y esencial para la vida. Nuestro planeta, a diferencia de todos los otros que conforman el sistema solar, se caracteriza por poseer agua en grandes cantidades, gracias a la cual prospera la vida en la tierra. Del agua existente sobre la superficie del planeta (Figura 2), sólo el 2.5% corresponde a agua dulce, el resto es agua salada. De esa agua dulce, la mayor parte (69.4%) está en estado sólido en forma de nieve y hielo y el 30.6% es agua líquida. (Blanco, 1999)

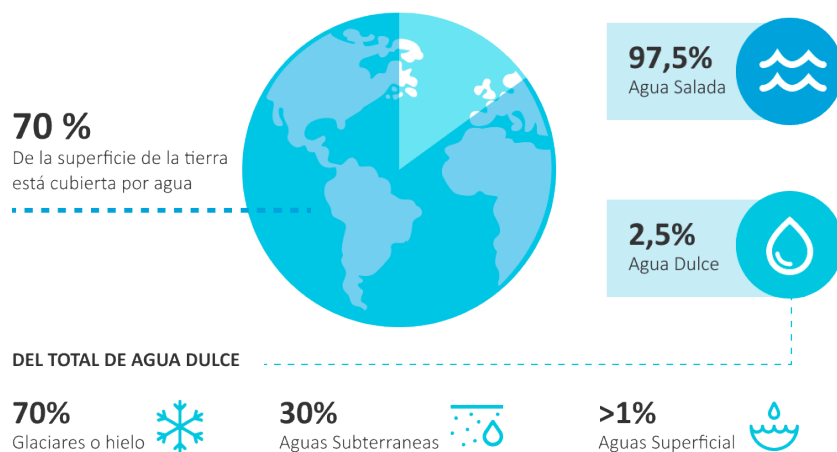


Figura 2 - Agua existente en la superficie del planeta
Elaboración propia - Fuente : (Blanco, F. 1999)

A nivel global el agotamiento de los depósitos de aguas subterráneas se duplicó entre los años 1960 y 2000, llegando a alcanzar los 280 km cúbicos el último año. Sin buenas estrategias de gestión, este agotamiento desencadenará grandes riesgos para la vida en la tierra (OECD, 2012; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014).

4.1.2 Cambio Climático y Estrés Hídrico

Según el organismo de las Naciones Unidas para la evaluación de la ciencia relacionada con el cambio climático, el IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) el cambio climático se define como un sustantivo de patrones y parámetros del clima sufridos como resultado de variaciones en factores naturales y por la influencia de la intervención humana, específicamente a través de la emisión de los gases de invernadero como dióxido de carbono y metano (Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático [IPCC], 2013) Este cambio se refiere solamente a las modificaciones inducidas por la intervención humana y no toma en cuenta los factores naturales.

El cambio climático se expresa y se expresará a través de variaciones en los promedios y normas de los factores de clima: temperatura, ventosidad, y pluviosidad, que alterarán las condiciones normales a las cuales las distintas zonas geográficas poseen, afectará la salud humana, escasez de recursos y la pérdida de ecosistemas. (Lavell, 2010).

Los cambios en la precipitación y la temperatura afectarán directamente al presupuesto del agua terrestre disponible (Schewe et al., 2014) y dado este mismo aumento, se prevé que la evaporación de la superficie terrestre se incremente como resultado de la tendencia mundial al aumento de las temperaturas medias. (IPCC), 2018)

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura por sus siglas en Inglés) el uso global de agua en el mundo se ha multiplicado por seis en los últimos cien años y sigue creciendo a un ritmo constante de aproximadamente 1%. (Figura 3) Esto dado principalmente por el crecimiento demográfico, el desarrollo de los países y al consecuente cambio de los patrones de consumo. Si la situación no cambia, el mundo podría enfrentar un déficit hídrico global del 40% para el año 2030 (Water Resources Group, 2009)

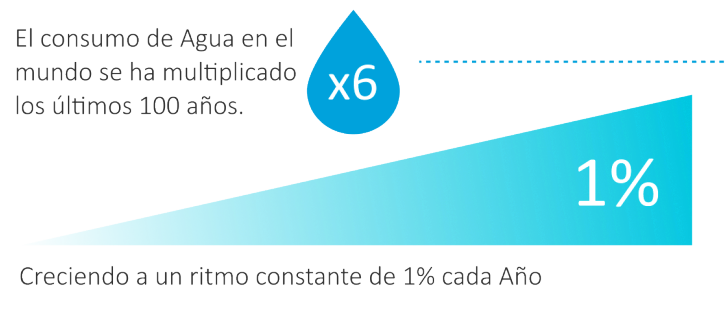


Figura 3- Estadísticas del consumo de agua en el mundo
Elaboración Propia - Fuente : (Water Resources Group , 2009)

El crecimiento de la población no solo aumenta directamente la demanda de agua dulce, sino que también afecta la cantidad y calidad del agua en numerosas formas a dado por los cambios de la sociedad (Vörösmarty et al., 2000) Esta escasez combinada con un suministro más errático e incierto del recurso, la situación de las regiones actualmente estresadas por el agua empeorará, y generará estrés hídrico en regiones que actualmente no lo poseen. Sin embargo, el estrés hídrico ya afecta a todos los continentes (Figura 4). Para el 2025, dos tercios de la población mundial podrían estar bajo condiciones de estrés hídrico y ya para el 2050, se prevé que la demanda mundial de agua aumente en un 55%. Para el mismo año, alrededor de 685 millones de personas viviendo en más de 570 ciudades alrededor de todo el planeta se

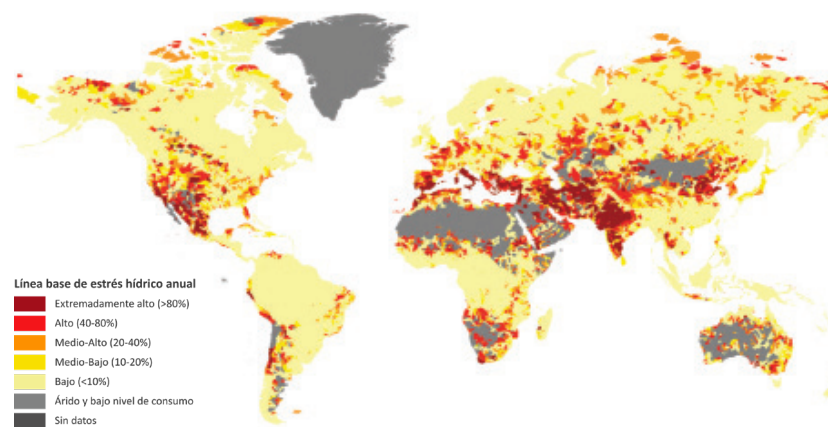


Figura 4 -Línea base del estrés hídrico
Extraído de (WRI , 2019).

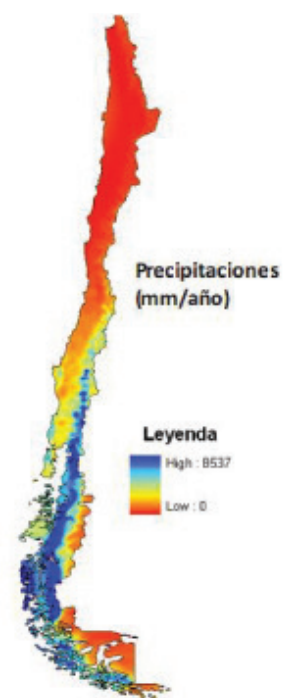
enfrentarán a una disminución adicional de la disponibilidad de agua dulce de por lo menos un 10%. Santiago de Chile puede ver una disminución por encima del 50% (C40 cities, 2018).

4.1.3 Disponibilidad del Recurso Hídrico en Chile

Dado el tamaño de nuestro país tanto demográfica como geográficamente, Chile se emplaza como un contribuyente marginal de GEI (gases de efecto invernadero). Estos presentan cerca del 0,3% de las emisiones globales. Cabe destacar que estas emisiones se han incrementado de forma significativa en las últimas décadas, siendo las emisiones del 2013 más de 113% superiores a las de 1990 (SNI, 2017) Sin embargo, actualmente es uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático, esto por múltiples razones, dentro de las cuales predomina la alta exposición geográfica y sus elevados índices de contaminación atmosférica urbana. (Pinto, 2019) La sequía que vive el país es la más severa que ha enfrentado Chile en los últimos 100 años, tanto por su extensión territorial como por su intensidad y duración (Diario oficial El Mercurio, 2020)

En cifras globales, Chile es considerado un país con abundantes recursos hídricos. Sin embargo, existe una gran variación de estos recursos a lo largo de sus diferentes regiones debido a su extensa amplitud longitudinal y variabilidad en ocurrencia de precipitaciones (Figura 5).

Desde la Región Metropolitana hacia el norte, la media de disponibilidad de agua está por debajo de los 800 m³/persona/año, mientras que desde la Región Metropolitana hacia el sur se tiene una media sobre los 10.000 m³/persona/año. La región central y norte, deficitaria en agua, concentra el 65% de la población del país. (Costa, 2017; Quezada, 2017)



El pasado 5 de julio del presente año, el gobierno de Chile declaró escasez hídrica para los sectores de Curacaví, María Pinto y Melipilla. Junto a ellas, ya suman 104 (30,6%) las comunas de Chile que se encuentran regidas por esta medida en pleno invierno.

En las últimas décadas, el desierto ha ganado terreno y se ha visto cómo la aridez se extiende sobre regiones de todo el mundo como California en Estados Unidos, o en Atacama dentro de nuestro mismo país. De continuar esta tendencia con la rapidez que existe ahora, estaríamos transitando hacia un país más árido en su extensión. (Quezada, 2017)

Figura 5 - Patrones de precipitación, temperatura y caudales en Chile
Extraído de (Instituto de Ecología y Biodiversidad IEB, 2014)

4.1.3.1 Agenda Común al 2030

La ONU tanto en Chile como a nivel global, documentó una serie de metas que recomienda alcanzar para el año 2030 como guía para mitigar el impacto que las proyecciones futuras prevén para las próximas generaciones (ONU, 2015), de las cuales se destacan:

Mejorar los sistemas de información sobre el agua para guiar la toma de decisión y fomentar la participación ciudadana. Esto implica actualizar y publicar los datos sobre calidad, cantidad y uso de agua para el monitoreo de la ciudadanía sumado a políticas que permitan la coordinación y consistencia en asuntos de la materia.

Invertir en infraestructura gris no convencional, especialmente en las zonas con mayor inseguridad hídrica, para garantizar el acceso y el uso eficiente del agua. Lo anterior se debe lograr con una fuerte intervención del estado, el cual debe, promover y facilitar la adopción de sistemas de reutilización de aguas a distinta escala.

Sensibilizar a actores públicos, privados y a la ciudadanía en torno a prácticas y tecnologías innovadoras en ahorro y uso eficiente del agua. Es clave integrar el tema hídrico en los programas educativos de todos los niveles, para desarrollar una conciencia y comprensión crítica del tema hídrico.

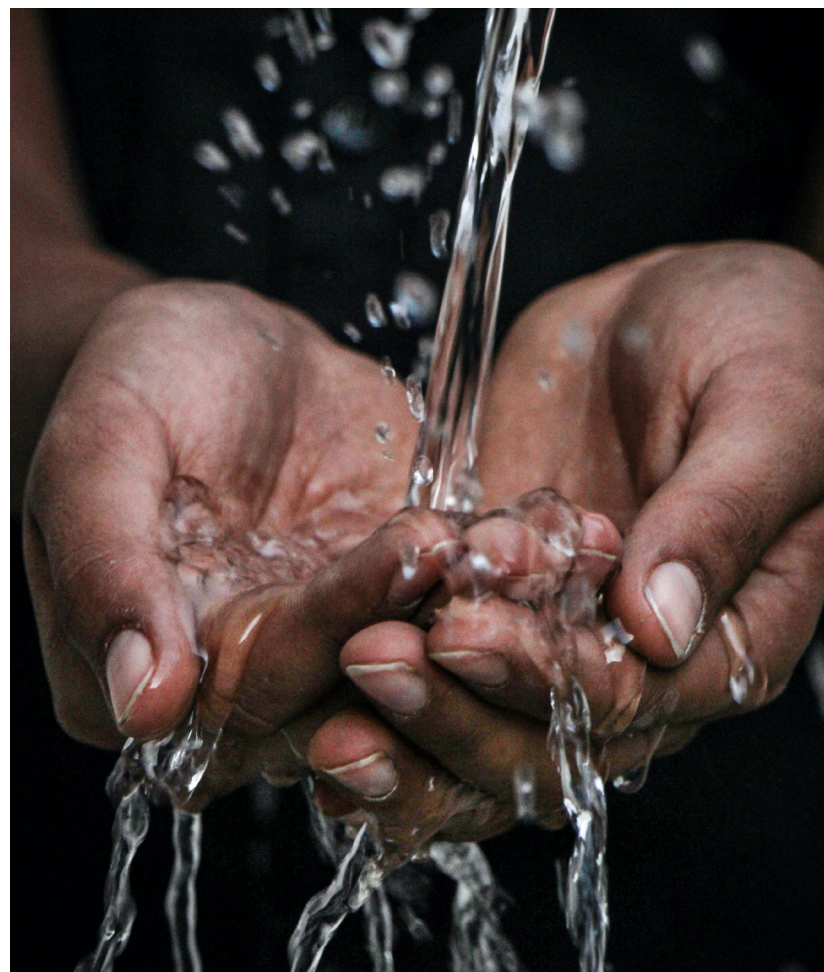


Figura 6 - Fotografía manos con agua
Fuente: (Unsplash, 2021)

4.2 CONSUMO EN NUESTRO PAÍS

Para entender mejor el escenario en el que nos encontramos como país con respecto al acceso al agua, es necesario aclarar ciertos puntos con respecto al encuadre legal que tiene en nuestra constitución actual. El estado de los recursos hídricos, su asignación y calidad dependen íntegramente de la legislación que los regula. Esta legislación hace referencia a la Constitución de 1980, el Código de Aguas de 1981 y la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (SNU, 2021). Este marco legal define el agua como un bien nacional de uso público, pero a la vez, establece un sistema de reparto para el aprovechamiento del recurso mediante la asignación de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DDA) que pueden ser intercambiados en el mercado (Saravia Matus et al., 2020).

Aún cuando el Estado puede regular los DDA bajo ciertas circunstancias críticas como la declaración de escasez, los DDA son entregados a perpetuidad y con carácter transferible y heredable, además no conllevan costos para sus propietarios y no existen actualmente causales para su revocación (MOP, 2015).

Finalmente, dicho marco legal nos indica que el acceso al agua no está consagrado como un derecho humano, contrario a lo que ocurre en países de latino america como México o Brasil (MOP, 2015). Todas las limitaciones mencionadas anteriormente han contribuido a la generación de conflictos entre los sistemas de suministro de agua rural, la agricultura y la minería, pasando a llevar los resguardos ambientales que se requieren para asegurar la existencia de un recurso vital y escaso como el agua. (Donoso, 2018)

4.2.1 Estadísticas del Consumo de Agua en Nuestro País

El crecimiento económico y la especialización en sectores intensivos en uso de agua, tales como minería, agricultura, silvicultura y acuicultura, impulsaron la demanda hídrica nacional (OECD, 2018) esto dada la importancia que se les ha otorgado a estos sectores por su aporte al desarrollo económico del país. Al

mismo tiempo, se proyecta para el 2030 un aumento del 4,5% en la demanda consuntiva de agua y de un 9,5% para el 2040 (Figura 7).

En cuanto a la distribución del consumo de agua total en nuestro país según rubro (Figura 8), el sector agrícola es el mayor usuario con un 88%, seguido por el agua potable con un 6%, el agua destinada para el uso minero ocupa un 4% del total, y el 2% restante se asocia al sector industrial, pecuario y al uso en generación eléctrica. (Fundación Chile, 2018)

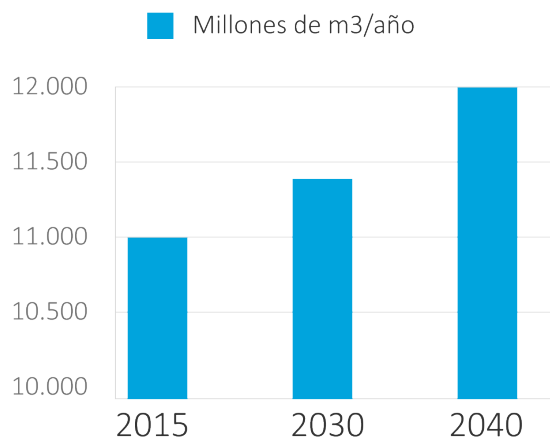


Figura 7 - Demanda consuntiva de agua
Extraído de (DGA, 2017)

El crecimiento económico y la especialización en sectores intensivos en uso de agua, tales como minería, agricultura, silvicultura y acuicultura, impulsaron la demanda hídrica nacional (OECD, 2018)

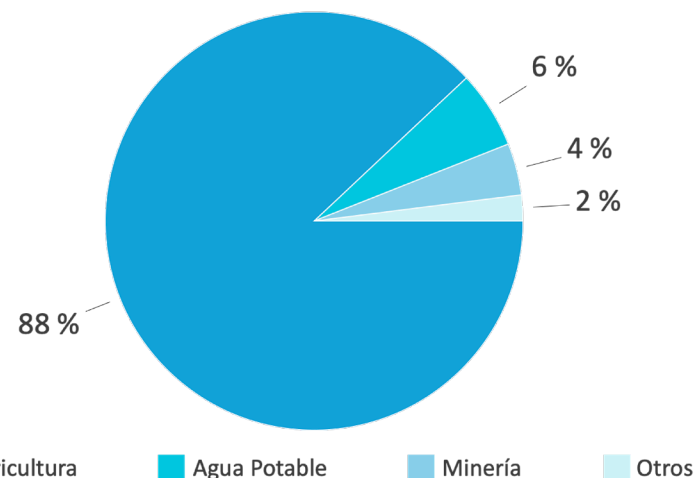


Figura 8 - Distribución de la demanda consuntiva al año 2018
Extraído de (Fundación Chile, 2018)

4.2.1.1 Consumo de Agua Potable en el Hogar

Según datos oficiales publicados por Fundación Chile el año 2018, el consumo promedio diario de agua promedio por habitante en nuestro país es de 172 litros, lo que representa un crecimiento del 1% respecto del año anterior. Este promedio es mucho mayor que la media de 128 litros diarios por persona que consumen países europeos, pero a su vez es menor que otras naciones con altas demandas como Estados Unidos Y México con 575 y 365 respectivamente. En la fundación Chile, hacen hincapié en lo relevante que es eficiencia la demanda de agua por persona, pues si bien el consumo de agua potable representa el 6% de

el consumo total de agua a nivel nacional, en la región metropolitana dada su demografía y extensión territorial representa un 20% del total de consumo de la región (Diario El Mercurio, 2020)

El promedio de consumo de 172 litros planteado anteriormente, considera el agua utilizada por cada individuo para higiene personal, aseo del hogar, cocina y agua para beber o regar plantas y jardines, esto siempre considerando un entorno doméstico en el que se tenga libre y fácil acceso al recurso. Según Datos del MOP en el manual del hogar elaborado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SiSS, 2011), el consumo aproximado de agua diario dentro del entorno doméstico aproximadamente correspondería :

ACTIVIDAD	LITROS UTILIZADOS
Lavarse las manos	2 - 18 litros
Lavarse los dientes	2 - 12 litros
Llenar la tina del baño	200 - 300 litros
Ducharse	80 - 120 litros
Poner una lavadora	60 - 90 litros
Utilizar el lavavajillas	18 - 30 litros
Lavar los platos a mano	15 - 30 litros
Vaciar el estanque (nuevos) del WC	6 - 10 litros
Vaciar el estanque (antiguos) del WC	18 - 22 litros
En la cocina y para beber	10 litros/día
Limpiar la casa	10 litros/día
Lavar el auto	400 litros
Regar 100 m ² de césped del jardín	1.000 litros

Figura 9- Consumo de agua en el quehacer diario
Extraído de (SiSS, 2011)

Es importante destacar que el objetivo fundamental de la realización de este manual por parte de la Superintendencia de Servicios Sanitarios es “crear conciencia ciudadana, incidir en los hábitos de consumo y dar a conocer las alternativas existentes para un consumo responsable” (SiSS, 2011).

Para lograr lo anterior, se postula en el mismo documento la categorización del nivel de consumo en el hogar según la cantidad de metros cúbicos consumidos a final de cada y la cantidad de personas que conforman el hogar (Figura 10) seguido a una serie de consejos prácticos elaborados por la superintendencia para la disminución total del gasto dentro del hogar.

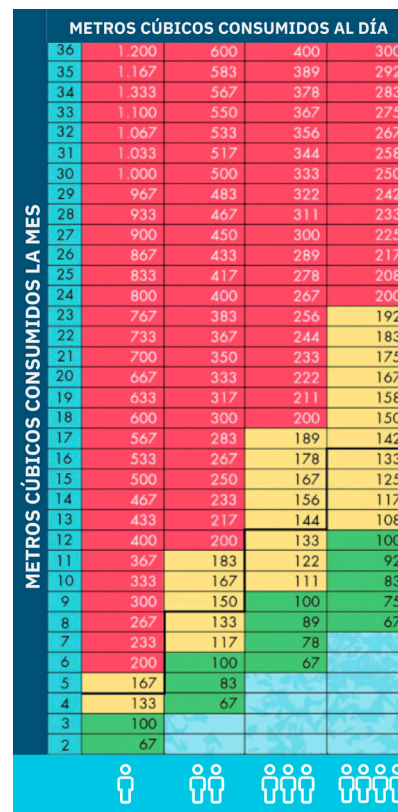


Figura 10 - : Metros cúbicos consumidos al día en Chile
Extraído de (SiSS, 2011)

Si el valor es **verde**, se entiende que el consumo de agua potable per cápita en el hogar puede ser considerado eficiente y por lo tanto los hábitos de consumo son los adecuados.

Si el valor es **amarillo**, el consumo de agua está elevado y por sobre lo recomendado. Sin embargo, este consumo podría ser reducido fácilmente sin comprometer la calidad de vida de los individuos que componen el hogar.

Por último, si el valor es de color **rojo**, es necesario que se modifiquen urgentemente los hábitos de consumo de agua potable de los individuos dentro del hogar. (SiSS, 2011)

4.2.2 Formas de Mitigación del Consumo Excesivo

En nuestro país, las estadísticas indican que tendemos a usar más agua en verano por el llenado de piscinas, más riego de los jardines y mayor cantidad de duchas por ende aumenta nuestro consumo total. Frente a esto, las concesionarias a cargo de la distribución de agua en los meses de verano aplican una tarifa al sobreconsumo, que 'castiga' el consumo excesivo de agua potable, esto como una forma de concientizar a la ciudadanía sobre la escasez de este recurso. (Azócar, 2018)

Lana Mahzareh, activista medioambiental por la conservación del agua y líder de proyectos en Boston Consulting Group (BCG) postula en su charla TED las tres formas que son las adecuadas para mitigar el impacto de nuestro consumo de agua y que deben ser imperantes con suma urgencia en la agenda política y social de todos los países. Los puntos que Mahzareh postula en su charla se resumen en tres:

a) Comunicar a las personas cuánta agua tiene realmente:

Para dilucidar correctamente y aceptar un problema como tal es necesario darnos cuenta y aceptar que lo tenemos. (Figura 11)

b) Empoderar a la gente para que ahorre agua: Es necesario que los gobiernos tomen las cartas en el asunto y entiendan las reales necesidades de sus ciudadanos. Conocer en qué medida están dispuestos los ciudadanos a adoptar cambios y hábitos de consumo de ahorro es determinante a la hora de ofrecer soluciones al problema.

c) La búsqueda de soluciones innovadoras: No es necesario que todas las soluciones y propuestas al problema de la escasez hídrica sean cosas demasiado sofisticadas, ni siquiera es necesario que estas sean visibles. Es clave enfocar la innovación de soluciones en los distintos niveles de consumo del recurso hídrico, de forma que la implementación en conjunto genere ventajas significativas.

(Mahzareh, 2017)

El alto consumo de agua que poseemos a nivel nacional aumenta la presión sobre un recurso escaso y que cada vez lo está siendo en mayor medida, especialmente con el rápido crecimiento de la población. Las medidas que menciona Mahzareh como los cimientos de los pasos que deben seguir las naciones para enfrentar la crisis deben ser igualmente aplicadas para el contexto y territorio nacional.

Becerra postula una serie de métodos y medidas (Becerra, 2019) que de ser aplicadas en nuestro país, podrían generar una disminución significativa en el consumo de agua. Estos se separan en dos categorías:

Estándares y Códigos:

Adaptación de las normas de edificación de modo que los nuevos establecimientos habitacionales implementen infraestructura que les permita ser más eficientes en el uso de agua, asegurar un proceso de reutilización de agua grises claro, eficiente y libre de peligro a través de la ley 25.075 que permite que los residentes de los sectores urbanos y rurales puedan solicitar permisos para la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises para usos no esenciales. (Becerra, 2019)



Figura 11 - Cartel digital en la autopista de Cape Town, Sudáfrica
Extraído de (Mahzareh, 2017)

Incentivos:

Dentro de los cuales se contemplan por ejemplo, recompensas monetarias a cambios de la disminución voluntaria del consumo de agua a través de el uso de aparatos y/o dispositivos que permitan el ahorro de agua, campañas de educación pública sobre el uso del agua y promover la disminución voluntaria del consumo y la Implementación de sanciones por el mal uso del recurso hídrico, no solo limitarse al sobreconsumo aplicado en verano. (Becerra, 2019)

4.2.3 Reutilización del Agua

A medida que el agua se hace más escasa en el planeta e insuficiente para cubrir la creciente demanda mundial, se realizan esfuerzos en todo el mundo para mejorar su eficiencia en el uso. La situación anterior, ha llevado a la búsqueda de nuevas tecnologías que nos permitan sacar provecho del recurso al máximo. En ese contexto, las aguas grises destacan como una posible e importante nueva fuente de suministro. (Serrano, 2020)

A pesar de que las proporciones en el uso de agua varían geográficamente en el mundo, las grises constituyen una gran parte de las aguas residuales domiciliarias, abarcando en general más del 50% del total generado en los hogares alrededor del mundo (Boyjoo et al., 2013)

4.2.3.1 Aguas Grises

Las aguas grises se definen en términos generales como las aguas residuales que se generan por usos domésticos, estos incluyen el agua que se genera por el uso de duchas, lavamanos, lavadoras, lavaplatos y fregaderos de cocina. Es importante destacar que estas aguas se distinguen de las denominadas aguas negras, las cuales son las provenientes de los inodoros y a diferencia de estas, las aguas grises no poseen un valor biológico tan alto lo que hace más factible su reutilización. (Albalawneh & Chang, 2015; Cooley et al., 2013) El análisis de las fuentes que componen dichas aguas grises (Figura 12) reflejan que un 11% proviene del uso del lavamanos, un 15% del uso del lavavajillas,

un 33% proviene de lavadoras, y un 41% por el uso de duchas y tinas. (Franco, 2007). Los usos de estas aguas grises tratadas son múltiples y aplicables a distintas áreas de desarrollo y escala aunque dado su origen, pueden ser reutilizadas para fines que no requieran necesidad de agua potable. Dentro de los usos más relevantes destaca el riego de áreas verdes, limpieza de vehículos, estanque de inodoros, entre otros. Por ejemplo, reemplazar el agua potable utilizada descarga de inodoro por aguas grises puede llegar a permitir un ahorro de entre 30 y 40% del agua utilizada al interior del hogar. (Franco, 2007)

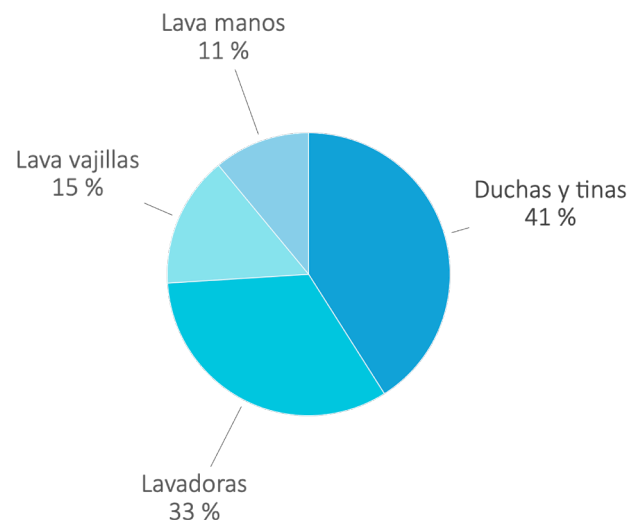


Figura 12 - Porcentaje de aguas grises según fuente de origen
Elaboración Propia - Fuente: (Franco, 2007)

En nuestro país, se han realizado algunas iniciativas en el diseño y operación de sistemas piloto de tratamiento de aguas grises en el hogar. Un estudio reciente del año 2020 se enfocó en el análisis de los hábitos de consumo de agua en 148 hogares de la región de coquimbo mediante encuestas (Rodríguez et al., 2020) Como resultado final, se concluyó que el gasto de agua promedio de la muestra asciende a la altísima suma de 324 litros por persona al día en promedio. A su vez, los resultados arrojan que de este consumo, más del 72% se atribuye a la ducha y lavamanos, seguido por el uso del inodoro con un 11% del consumo total, y en menor medida en la cocina, lavadora y riego de jardines. Estos resultados son fácilmente extrapolables a las distintas regiones de nuestro país. Por tanto, la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises enfocados en este entorno y aplicado a una escala nacional, podrían sin lugar a dudas ayudar a mitigar el impacto de la sequía que vive territorio nacional, además de reducir la creciente demanda de agua potable. (Serrano, 2020)

4.2.3.2 Tratamiento de Aguas Grises

Los tratamientos utilizados corresponden a los mismos que se aplican para tratar el agua potable o las aguas servidas. La principal diferencia de cada uno de los tratamientos radica en la composición del agua que se desea tratar (Franco, 2007) Es por esto, que las aguas grises presentan distintos sistemas de filtración, los cuales en breve resumen, corresponden a tratamientos de sedimentación: Decantación de las partículas por acción de la gravedad. Tratamientos físicos: Como la filtración,

por osmosis inversa, muy eficiente por su alto porcentaje de retención de partículas. Tratamientos Químicos: La aplicación de coagulantes permiten que las partículas flotando se aglutinen y sedimenten en el fondo haciendo más fácil su filtración.



Figura 13 - Aguas grises del lavado de frutas y verduras
Fuente: (Envato, 2021b)

4.3 TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS: SMARTCITIES

La sociedad cambia y se adapta, de esta forma igualmente lo hacen nuestras ciudades. La necesidad de generar espacios habitacionales integrales, más armónicos con el medioambiente y con sus ciudadanos ha llevado al desarrollo de nuevos conceptos que permiten hacer esto posible. Es por esto que a principios del siglo XXI, se acuña el concepto de *Smartcities* o Ciudades inteligentes. La Comisión Europea la define como ciudades que utilizan mejor los servicios e infraestructura de tecnología moderna e integrada en energía, transporte y TIC (Tecnologías de la información) para responder a las necesidades sociales y económicas de la sociedad. En una definición más amplia una ciudad se puede considerar como *smart*, cuando las inversiones en capital humano y social y en infraestructura de comunicación, fomentan precisamente un desarrollo económico sostenible y una elevada calidad de vida, con una sabia gestión de los recursos naturales a través de un gobierno participativo. (Fundación Telefónica, 2011)

Las *Smart Cities* engloban diversos aspectos del correcto funcionamiento y gestión de una ciudad. (Figura 14)

Estos corresponden a las dimensiones de gestión, tecnología, gobernanza, personas, infraestructura y economía con sus respectivos subniveles de acción. (Garcia et al., 2018)



Figura 14 - Dimensiones de una SmartCity
Elaboración Propia - Fuente: (Garcia et al, 2018)

4.3.1 Gestión

Este dominio abarca la gestión del transporte, la energía y los recursos naturales, como explica Mahmoud Al-Hader, es uno de los mas factores desarrollados entre las ciudades inteligentes. (Al-Hader et al., 2009) Las soluciones IoT y *Wireless Sensor Network* (WSN) son las tecnologías que se están empleando actualmente para obtener datos y administrar recursos y asignación de tráfico. Mucha de esta gestión se da con fines municipales y domésticos, como por ejemplo el control del alumbrado público, la demanda de energía y las energías renovables, la mejora de la logística de la ciudad de forma generalizada y el transporte público, entre otras iniciativas que se están realizando en la actualidad. (Garcia et al., 2018)

4.3.2 Gobernanza

En términos generales, la gobernanza (pública) se podría definir como los regímenes de leyes y reglas administrativas del gobierno (Lynn et al., 2000). La gobernanza, por lo tanto, implica la implementación de procesos con los mandantes que intercambian información de acuerdo con reglas y estándares para lograr metas y objetivos (Alawadhi et al., 2012). Esta gobernanza basada en las tecnologías de la información se denominan como gobernanza inteligente. Representa ampliamente una colección de tecnologías, personas, políticas, prácticas, recursos, normas sociales e información que interactúan para apoyar el gobierno de la ciudad y conceptualizarlo dentro del marco de inteligente. (Chourabi et al., 2012)

4.3.3 Infraestructura

Distintos aspectos que afectan la calidad de vida de las personas como la iluminación, la calefacción o la ventilación forman parte de este dominio. Otros temas como controlar el consumo de energía y agua dentro de los complejos habitacionales son también algunas de las soluciones que se pueden realizar en una ciudad inteligente y que se deben abarcar desde el punto de vista infraestructural. (Garcia et al., 2018)

Por otra parte, la disponibilidad de infraestructura y calidad de las tecnologías de la información son importantes para las ciudades inteligentes, donde las redes de objetos inteligentes desempeñan un papel fundamental a la hora de hacer realidad el concepto de ciudades inteligentes (Cheng et al., 2010) La infraestructura de las TIC incluye la infraestructura inalámbrica que permite la interconexión de los distintos sistemas, como por ejemplo los canales de fibra óptica, redes wi-fi, puntos de acceso inalámbricos, etc. (Al-hader & Al-hader, 2016)

4.3.4 Economía

El crecimiento económico es el principal impulsor de la ciudad inteligente. Incluso, uno de los indicadores clave para medir la creciente competencia de la ciudad es la capacidad de la ciudad como motor económico. La definición operativa de una economía inteligente incluye factores en torno a la competitividad económica como innovación, emprendimiento, marcas, productividad y

flexibilidad del mercado laboral, así como la integración en el mercado nacional y global (Giffinger et al., 2010) Las capacidades de los sistemas empresariales inteligentes incluyen el uso de las TIC por parte de las empresas, los nuevos procesos empresariales inteligentes y los sectores de tecnología inteligente. Los resultados económicos de las iniciativas de ciudades inteligentes son la creación de empresas, la creación de empleo, el desarrollo de la fuerza laboral y la mejora de la productividad.(Bronstein, 2009)

4.3.6 Personas y Comunidades

El entretenimiento, la seguridad ciudadana, la mejora de los servicios que presta el sistema sanitario, las actividades culturales, la gestión del bienestar y calidad de vida de los habitantes que la conforman, entre otros, son ejemplos de las posibles soluciones englobadas en este dominio. Los proyectos de ciudades inteligentes tienen un impacto en la calidad de vida de los ciudadanos y tienen como objetivo fomentar una mayor información, educación y participación.

Las ciudades inteligentes permiten que los ciudadanos se conviertan en actores clave, y teniendo la oportunidad de participar de estas nuevas tecnologías pueden influir en que la implementación de estas sea un éxito o un fracaso. Al final, una de las motivaciones de las ciudades inteligentes es mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y facilitarles la vida. (Chourabi et al., 2012; Neirotti et al., 2014)

4.3.6 Tecnología

En un contexto tecnológico, el concepto Smart City y el de Internet de las cosas son dos términos que van muy de la mano. Ambos conceptos tienen en las comunicaciones Machine to Machine su fundamento y se basan en el concepto del internet del futuro. Este internet del futuro no solo consistirá en la conexión de cada vez más personas, sino en el planteamiento de un mundo digital en el que, idealmente, todo lo que nos rodea y qué es parte de nuestro entorno podrá estar conectado. (Fundación Telefónica, 2011)

Una ciudad inteligente se basa, entre otros factores, en un abanico de tecnologías de computación aplicadas a componentes y servicios de infraestructura que permiten el funcionamiento de esta, convirtiendo y reformulando procesos cotidianos que se desarrollan dentro de la ciudad predominando la eficiencia por sobre todas las cosas (Chourabi et al., 2012)

La denominación de informática inteligente se refiere a una nueva generación de hardware, software y tecnologías de red integrados que proporcionan sistemas de tecnología de información permitiendo el conocimiento en tiempo real del mundo nos rodea de la mano de análisis avanzados para ayudar a las personas a tomar decisiones más inteligentes sobre alternativas y acciones que optimizarán los procesos de negocio y resultados del balance comercial. (Washburn & Sindhu, 2009)

4.3.6.1 IoT (Internet de las Cosas)

El incesante avance de las tecnologías ha permitido un crecimiento exponencial en la cantidad de datos que se generan desde diversas fuentes esto desencadena el fenómeno del Big Data, que se encuentra motivado principalmente por el desarrollo y/o crecimiento de olas tecnológicas que marcan un cambio o una revolución, como es el caso del Internet de las cosas. (Tabares & Hernández, 2014)

Hoy en día prácticamente todo lo que tenga algún componente tecnológico y/o acceso a internet, es una fuente que genera datos. Lo anterior se da por por todos aquello que se puede clasificar cómo dentro de las definiciones del internet de las cosas (o IoT por sus siglas en inglés) y se podría definir, lo más objetivamente, como una infraestructura de red global dinámica con autoconfiguración y comunicación interoperable entre los dispositivos. Es la capacidad de hacer que todo lo que nos rodea, esté conectado a Internet y permita generar datos. Indiscutiblemente, la principal fortaleza de la idea del IoT es el alto impacto que tiene en varios aspectos de la vida cotidiana y el comportamiento de los usuarios potenciales. (Atzori et al., 2010)

Como las iniciativas tomadas para convertir una ciudad en una ciudad inteligente pueden ser variadas y tener diferentes requisitos, emplear una tecnología unificada en toda la ciudad puede no ser eficiente. Por ejemplo, aunque las soluciones cableadas presentan un canal confiable para transmitir datos, el costo de implementar una red cableada que conecta todos

dispositivos es extremadamente alto y el resultado sería considerablemente ineficiente en términos energéticos y de mantención.

Las tecnologías inalámbricas se han presentado como una solución al rápido crecimiento de los dispositivos que se conectan a la red así como a la creciente demanda de servicios que permiten monitorear ciudades. IoT está ganando popularidad rápidamente y se está utilizando para aplicaciones de transporte, salud, medio ambiente, monitoreo de animales y medición inteligente (Rghioui et al., 2016)

Las redes de sensores inalámbricos (WSN) se están empleando en todo el mundo como un método de bajo costo y bajo consumo de energía para proporcionar un mecanismo de comunicación (Hancke et al., 2013) Sin embargo, estas tecnologías inalámbricas son variadas y su utilización debe considerarse según la aplicación.

El tipo de tráfico, la distancia, el consumo de energía son algunos de los factores que deben tenerse en cuenta a la hora de decidir cómo transmitir los datos recopilados, los que determinarán la arquitectura que tendrá este sistema de información o su *IoT Architecture* (Figura 15). (García et al., 2018)

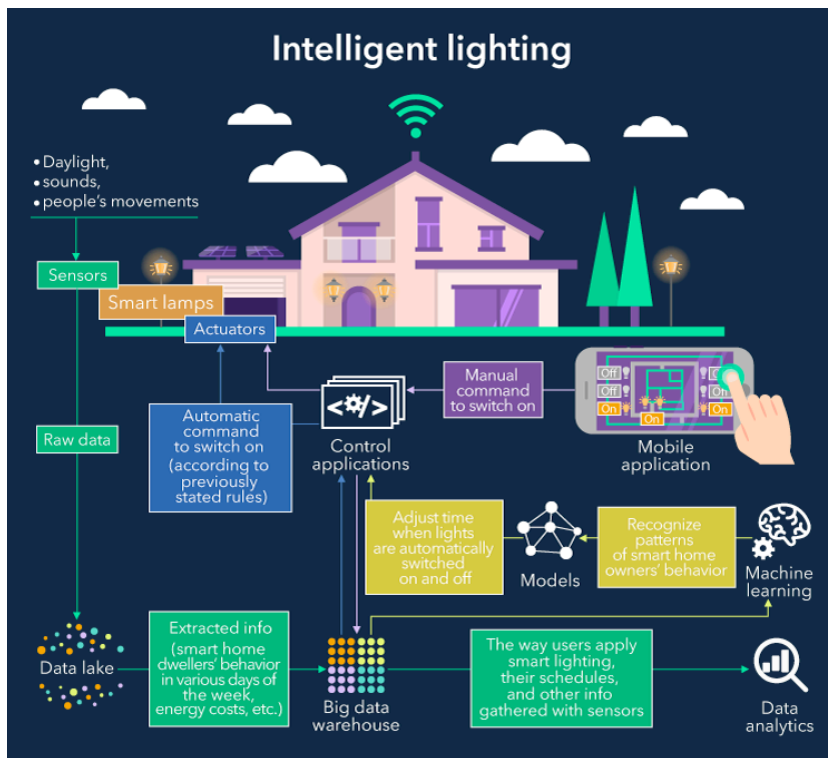


Figura 15 - Diagrama de arquitectura de Información de iluminación inteligente
 Extraído de: (Grizhnevich, 2018)

4.3.6.3 IoT Para la Gestión de Agua

Si analizamos el contexto de acción de este tipo de tecnología, las posibilidades son infinitas. De todos modos, es necesario que cada país debe consultar el informe del Banco Mundial en busca de sugerencias estratégicas simples sobre la recopilación de información, la prevención y la provisión de inversiones para asegurarse de que hacen todo lo posible para mejorar la infraestructura para proteger su acceso y calidad del agua (Damanian et al., 2019)

Por ejemplo, el uso de IoT será fundamental para la evolución de la industria de las aguas residuales y la creciente demanda de agua en el mundo. Una ciudad inteligente debe basarse en el ahorro de agua, energía y materiales junto con otros principios como la ecología urbana, la biodiversidad, el transporte, la industria y, por último, pero no menos importante, la economía.

Se ha documentado el establecimiento de ciudades inteligentes en las que el ahorro de agua puede extenderse desde el 40% con bajo costo y se ha determinado que hasta un 80% de reutilización es posible de lograr con prácticas de mayor costo y tecnología. (Tanik & Guven, 2017)

4.4 VISUALIZACIÓN DE DATOS

La tecnología aplicada a las ciudades es fundamental para mejorar la calidad de vida de sus habitantes en todos los ámbitos que mencionamos anteriormente. Por ejemplo, los sensores capaces de recolectar los datos que esta ciudades generan son parte de la infrestructura necesaria para lograr, en primera instancia, obtenerlos y posteriormente permitir su análisis e interpretación que favorezca la toma de decisiones.

Pero, una vez recolectados los datos , ¿Qué ocurre con estos? Se han determinado formas de procesamiento de datos para su visualización (Figura 16)

Sin embargo, las posibilidades son muchas. La visualización de datos y el diseño de la información aplicado a la data obtenida nos posibilita transmitir, comunicar e impactar a las personas y comunidades, siendo esto último un factor determinante para generar sistemas que permitan concibir espacios urbanos eficientes, amigables. Para entender la visualización de datos, se debe comprender que esta no tiene una definición del todo clara.



Figura 16 - Canalización de visualización de datos
Elaboración propia – Fuente : (Qin et al., 2020)

Sin embargo para propósitos de este ensayo, se concibe el término visualización de datos cómo un conjunto de ambos conceptos expresados anteriormente, ya que no se limita a la visualización de datos sin procesar sino también a todo tipo de representaciones visuales bidimensionales, tridimensionales, estáticas e interactivas, entre muchas más.

En términos generales, los lenguajes de visualización de datos constan de tres partes: datos, marcas (o señales visuales) y el mapeo entre ellos. (Qin et al., 2020)

Datos:

- Registros: los datos que fueron recolectados y deben visualizarse.
- Transformación: las operaciones que permiten tratar los datos, como por ejemplo, filtro y clasificación, y que se utilizan para transformar los registros de datos específicos.

Marcas o Señales visuales:

- Tipo: La representación visual de los registros de datos, como barras, líneas o puntos.
- Tamaño: El ancho, alto de la visualización. Dimensiones generales.
- Leyenda: La información de la leyenda. Descripción de qué se está leyendo.

Mapeo de los Datos:

- Mapea los datos a las marcas correspondientes para lograr la visualización de datos.(Qin et al., 2020)

4.4.1 Principios Para una Visualización Efectiva

Una visualización de datos, ante todo, tiene que transmitir con precisión los datos. No debe engañar ni distorsionar la información. Al mismo tiempo, debe ser estéticamente agradable a la vista. Las buenas presentaciones visuales tienden a realzar el mensaje de la visualización de manera eficiente, pero sin sobrecargar la interfaz. Si una figura contiene colores que no concuerdan, elementos visuales poco equilibrados u otras características que distraen, al espectador le resultará mucho más difícil inspeccionar la figura e interpretar la información correctamente.

Es importante recalcar lo siguiente: Todas las visualizaciones de datos asignan los valores de los distintos datos a características cuantificables del gráfico resultante. Nos referimos a estas características como la estética de una visualización. (Wilke, 2019)

Puede que no exista una mejor versión singular de una figura determinada ni una forma correcta de hacer las figuras que son partes de esta visualización. Más bien, puede haber múltiples versiones igual de efectivas para mostrar la misma pieza de información, y es trabajo del autor de estas visualización considerar las ventajas y desventajas de cada una.(Midway, 2020)

4.4.2 Visualización de Datos para el Cambio de Conducta

Entonces, la recolección de datos nos ha dado, entre muchas cosas, la posibilidad de mostrar patrones de comportamiento, que resultan del análisis de datos recolectados a lo largo de periodos prolongados de tiempo. Es por esto, que se ha investigado en el aspecto para determinar en qué nivel la visualización de datos afecta el comportamiento y la conducta de quienes los reciben e interpretan.

Un estudio del año 2015 por la IEEE (o Institute of Electrical and Electronics Engineers por sus siglas en inglés), quiso establecer conclusiones al respecto. Para ello analizaron el impacto que tendría exponer visualmente los datos de consumo energético a los usuarios directos para determinar si existe una reacción y un efectivo cambio de conducta de consumo. (Bartram, 2015)

El estudio concluyó los siguientes hallazgos:

- 1 Las personas toman la mayoría de las decisiones a partir de la evaluación del momento, es necesaria mayor interacción para apoyar bien la toma de sentido espontánea o rápida.
- 2 Existen dos tipos de visualización o entrega de datos, la visualización de información y la visualización afectiva. Mientras la primera busca representar algo visualmente para una interpretación cognitiva eficaz, la segunda tiene como objetivo evocar mediante la visualización un estado afectivo; una experiencia, emoción o impresión y obtenerla es clave para el compromiso, interés y motivación.
- 3 El diseño de visualizaciones personalizadas afectivas y motivadoras es clave para mejorar la retroalimentación sobre el consumo y uso energético.

(Bartram, 2015)

4.5 REFERENTES

La escasez de recursos al ser un tema urgente de solucionar, ha llevado a un sinfín de innovaciones a lo largo de todo el mundo como respuesta a la búsqueda de soluciones que permitan cuidar el recurso hídrico y asegurar, en cierta medida, su disponibilidad para los próximos años. Para objetivos de este trabajo, se presenta un análisis de referentes que se enfocan en dos principios sustanciales; generar conocimiento del consumo en los usuarios para propiciar cambios de conductas y reutilizar el recurso hídrico para un objetivo común: Reducir el consumo de agua.



Figura 17 - Fotografía llave corriendo
Fuente: Unsplash, 2021b)

4.5.1 Referentes para el Cambio de Conducta

4.5.1.1 The Virtual Water

Creado el año 2007, el diseñador Timm Kekeritz creó una serie de infografías que tenían como objetivo el hacer visible el problema del agua y la huella hídrica. La huella hídrica se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los productos, bienes y servicios consumidos por la persona, empresa o nación. Es similar a la huella de carbono, pero se centra en el agua. La huella de agua.

El adjetivo virtual se utiliza por el hecho de que la mayoría del agua que se usa para producir los productos que consumimos no está contenida en este mismo necesariamente (Figura 13). (Raureif GmbH, 2021) Para lograr llevar a cabo este proyecto, se recopiló la información correspondiente a cada uno de los distintos productos que se determinaron para la visualización,

posteriormente para generar un sistema gráfico (Figura 18) y un lenguaje común que permitiera mostrar esta huella para distintos productos de consumo diario para luego ser puesto a disposición de las personas. Al mismo tiempo la visualización es interactiva, pudiendo seleccionar distintos productos y determinar la cantidad de agua según peso de estos.

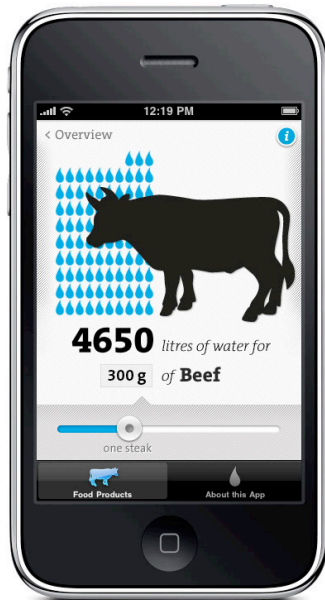


Figura 18 - Agua virtual contenida en ciertos alimentos
Fuente : (Raureif GmbH, 2021)

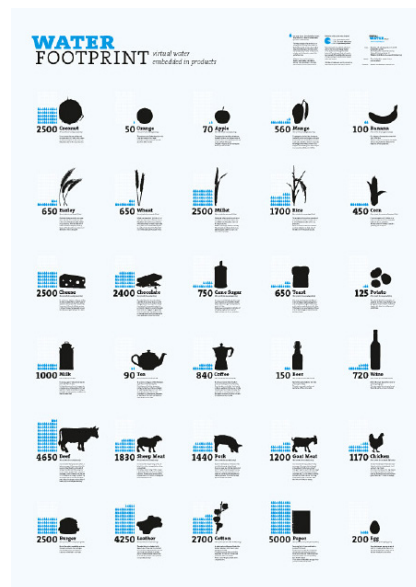


Figura 19- Sistema gráfico y lenguaje visual de virtual water
Fuente : (Raureif GmbH, 2021)

4.5.1.2 edrop

edrop es un dispositivo de monitoreo inteligente pequeño y que te permite realizar un seguimiento del uso diario de agua. El dispositivo pequeño está diseñado para adaptarse a casi cualquier grifo pasando imperceptible. (Figura 20)

Una vez instalado se empareja de forma inalámbrica con un aplicación de teléfono que te permite visualizar y monitorear el uso. Al estar conectado por bluetooth, entrega datos instantáneos sobre el consumo de agua diario, semanal y mensual en una aplicación móvil (Figura 21) Edrop puede ayudarte a desarrollar hábitos más sustentables con respecto a tu consumo de agua y brinda consejos para mejorar el consumo. (Turner, 2017)



Figura 20 y 21 - Dispositivo edrop
Fuente : (Turner, 2017)

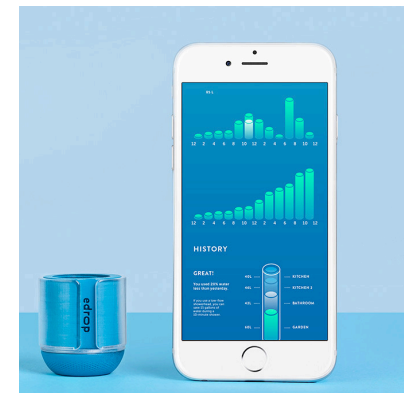


Figura 21 - Aplicación edrop
Fuente : (Turner, 2017)

4.5.1.3 Save3

Las instalaciones hoteleras se encuentran entre las cinco primeras industrias en cuanto al consumo masivo de energía y agua, esto muchas veces porque al estar en un hotel, tendemos a ignorar el consumo ya que no debemos pagarlo nosotros directamente. Save3 (Figura 22) es un sistema de retroalimentación visual diseñado para habitaciones de hotel. Este sistema, busca de forma no invasiva, que los huéspedes puedan ahorrar recursos monitoreando su consumo y brindando incentivos. El sistema comprende una tarjeta, un interruptor y dispositivos de monitoreo inalámbricos. Las tarjetas de acceso y los interruptores son objetos inteligentes con capacidades ampliadas; además de acceder a la habitación y regular los servicios eléctricos, también se enrutan en el suministro de agua y electricidad.(Turner, 2015)



Figura 17 - Save 3 para regular el consumo de energía y agua en el Hotel
Fuente : (Turner, 2015)

4.5.1.4 Eve Riego Inteligente

Eve permite regar las plantas de tu jardín y patio automáticamente. Eve convierte tu sistema de riego en uno inteligente de forma rápida y sin complicaciones, permitiendo regar el jardín incluso cuando no haya nadie en casa. Además, te permite gestionar riegos automáticos según horarios determinados. La información se almacena directamente en el dispositivo, por lo que la conexión continua a internet no es necesaria. Eve busca ayudar a los hogares a gestionar mejor su riego y utilizar menos recursos para mantener sus jardines sanos y verdes. Todo se almacena y se visualiza en un aplicación móvil que permite al usuario llevar control del riego de su jardín (Figura 21).(Eve, 2021)



Figura 20 - Eve riego inteligente
Fuente : (Eve, 2021)

4.5.2 Referentes de Reutilización

4.5.2.1 Hydraloop

Este sistema de reciclaje de agua es similar a un armario delgado y se puede usar en cualquier edificio u hogar, a cualquier hora del día. Hydraloop permite ahorrar hasta un 95% del agua de la ducha y del baño y un 85% del agua total de la casa. Funciona recogiendo el agua de lavadoras, bañeras, duchas y sistemas de aire acondicionado. Luego, esta agua se limpia y desinfecta utilizando su tecnología para que sea reutilizable. El sistema es fácil de instalar, completamente automático, autolimpiante y no utiliza filtros ni productos químicos (Figura 21). Finalmente, el sistema posee una interfaz que permite analizar la cantidad de agua que se ha logrado reciclar y sacar estadísticas útiles para la gestión en el hogar (Thukral, 2021).



Figura 21 - Hydraloop
Fuente : (Hydraloop, 2021)

4.5.2.2 Duo

Cuando utilizamos el fregadero, no nos damos cuenta que el agua que utilizamos es 100% potable y después de usarla, la botamos directamente en lugar de utilizarla para otros propósitos. Duo (Figura 22) busca resolver ese problema separando el agua fácilmente reutilizable de las agua residuales que se generan en el fregadero. El sistema funciona con dos partes, un fregadero de agua convencional para utilizar en el lavado de platos directamente o en otra tarea que implique ensuciar el agua con materia orgánica. El otro lado está diseñado para por ejemplo, lavar o enjuagar frutas y verduras las cuales no contaminan el agua. Esta se recolecta y puede ser reutilizada en la otra parte del fregadero y darle un segundo uso. (Turner, 2021)



Figura 22 - Duo
Fuente:

4.5.2.3 Grow

Hace tiempo que se ha establecido que las aguas grises se pueden utilizar para regar verduras y plantas, siempre y cuando la parte comestible de la planta no tenga contacto con ella. De este concepto nace Grow (Figura 23), una maceta que utiliza las aguas grises para regar plantas. Apodado Grow, este es un sistema hidropónico para nutrir plantas, hierbas y más utilizando agua de lavavajillas, lavadoras e inodoros. Cómo funciona; cuando el agua se descarga, el agua dulce que fluye hacia el tanque primero es extraída por el sistema de sembradoras para riego y luego regresa a la descarga. Esto sugiere abiertamente que Grow no está usando básicamente aguas grises, sino que está utilizando agua dulce para sus necesidades, pero reutilizando el agua como objetivo final. (Sood, 2021)



Figura 23 - Grow
Fuente: (Sood, 2021)

5

MARCO METODOLÓGICO

MARCO METODOLÓGICO

La metodología de diseño implementada para este proyecto se basa en aquella que se conoce como Doble Diamante (Figura 24) publicada el año 2004 por el Design Council, una organización benéfica independiente que tiene como misión mejorar la vida mediante el diseño.

Según el portal oficial de la asociación, el marco de innovación planteado por el design council busca ayudar a sus diseñadores, a abordar problemas sociales, económicos y medioambientales complejos y multifactoriales, como una forma de impactar y transformar la manera en que se desarrollan nuevos servicios y tecnologías (Design Council, 2020).

Para aquello, identificaron 4 etapas del modelo:

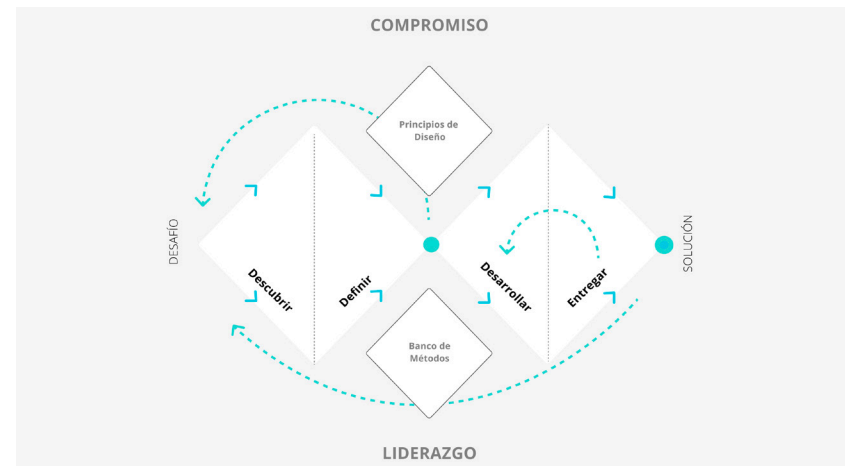


Figura 24 - Metodología del doble diamante
Fuente: (Design Council, 2020)

- 1 **Descubrir:** Entender en profundidad el problema que deseamos resolver. No asumir una realidad o Problema.
- 2 **Definir:** Sintetizar la información y definir un problema.
- 3 **Desarrollar:** Idear y pensar en soluciones al problema. Búsqueda de respuestas al problema definido.

- 4 **Entregar:** Elegir una solución y ejecutarla. Testeo y prototipado.

Cabe destacar que esta metodología plantea que el diseño no es un proceso lineal sino más bien, un proceso iterativo sobre si mismo todo el tiempo. Asimismo, se enfatiza en 4 principios fundamentales: Centrarse en las personas, comunicar visualmente, trabajar colaborativamente e iterar, iterar, iterar. (Hambeukers, 2019)

5.1 PROBLEMA OPORTUNIDAD

Para determinar el problema oportunidad que origina este proyecto, las herramientas metodológicas utilizadas en esta etapa se emplearon con la finalidad de introducirse en el tema escogido para desarrollo. Las herramientas utilizadas y sus respectivos hallazgos se resumen en:

5.1.1 Desk Research

El análisis de tendencias de innovación es determinante para la búsqueda de problemáticas atinentes a nuestra época y que respondan de manera efectiva a los desafíos que la sociedad enfrenta. Las principales tendencias detectadas corresponden a tres; Recursos Naturales, Huella de Carbono y Big Data. (Figura 25)

Primero; el cambio climático trae consigo la escasez de los recursos naturales vitales para la humanidad. El cuidado de estos se ha vuelto una prioridad para las actuales y futuras generaciones quienes se verán afectadas por la falta de recursos.



Figura 25 -Resultado de análisis de tendencias
Fuente: Elaboración Propia

Segundo; El estilo de vida actual está causando estragos en nuestro planeta. Reducir nuestra huella de carbono e impacto es una necesidad imperante. Y tercero; tecnologías como IoT son cada vez más utilizadas para la recolección de datos que permitan generar patrones de comportamiento que faciliten la toma de decisiones.

Este análisis tendencial abrió el camino hacia el desarrollo de este proyecto. Tras una investigación de escritorio y la redacción de un marco teórico, los principales resultados y conclusiones de

este, que basan los cimientos para la postulación del problema oportunidad, a modo de resumen corresponden a los expuestos en la **Figura 26**.



Figura 26 - Principales Descubrimientos de la Investigación de Escritorio
Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Encuesta

Para darle sentido y converger los descubrimientos del marco teórico en una problemática válida, se llevó a cabo una encuesta (**Anexo 1**) que tuvo como muestra 235 personas ubicadas en la zona Central de Chile, cuyo objetivo era conocer los hábitos de consumo de agua potable. La encuesta consistió en 6 preguntas, 3 de alternativas y 3 de libre respuesta, cuyos resultados y respectivos análisis se exponen a continuación:

5.1.2.1 Características de la Muestra

Del universo de personas encuestadas, se establece un catastro de los rangos etarios de quienes respondieron (**Figura 27**), de esta forma se puede conocer mejor la muestra. El eje Y representa la cantidad de personas y el eje X el rango etario en el cual se encuentran. Los resultados obtenidos señalan que 124 de ellas, es decir un 53% de la muestra corresponde a personas menores a 40 años.

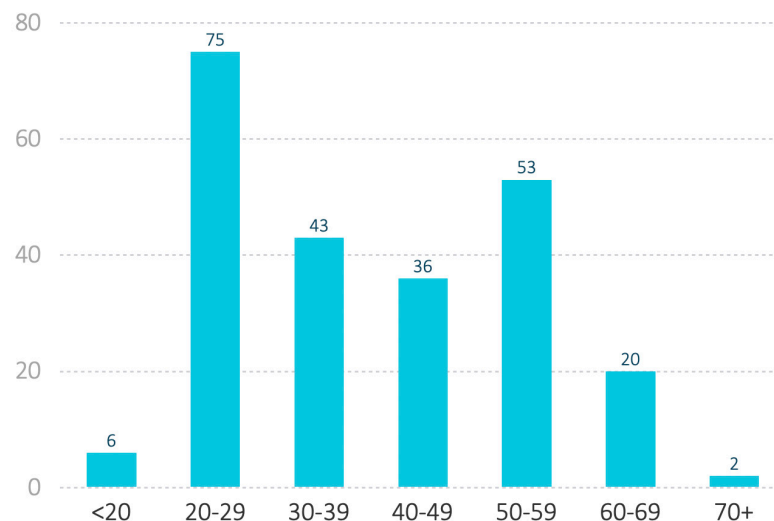


Figura 27 - Rangos Etarios de la Muestra
Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.2 Percepción del Consumo

Se preguntó a los encuestados responder cual era la cantidad de agua promedio que se consume en Chile según su criterio. Recordemos que se considera como correcta la respuesta entre el rango de 151-180 L considerando que el promedio nacional es 172L al día (Figura 28) Cabe destacar que este consumo es un promedio y no representa la realidad en su totalidad.

Como se observa en la figura 28, un 77% de los encuestados indicó un número menor al promedio actual. Esto se puede interpretar como que los usuarios no poseen una percepción certera de la cantidad de agua que consumen en sus hogares, ya sea por no fijarse en la cantidad de metros cúbicos consumidos al mes o por no entender la real magnitud de este consumo.

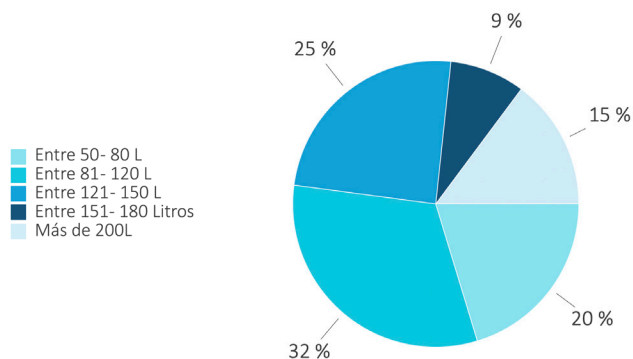


Figura 28 - ¿Cuánta Agua Crees que Consume un Chileno en Promedio al Día?
Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.3 Hábitos de Consumo

Posteriormente, se les preguntó a los encuestados cuáles eran los hábitos de ahorro de consumo que aplicaban en su hogar (Figura 29) donde se les dieron una serie de alternativas de las cuales podían elegir todas las que aplicaran. Las más repetidas fueron el cierre de llave a la hora de lavarse los dientes (79,4%) y las duchas cortas (55%). Sin embargo, un 14% declaró no tener ningún hábito de ahorro y tan sólo un 3,6% también indicaron otra forma de ahorro como jardines secos, uso de lavavajillas y utilización de sistema de riego inteligente.

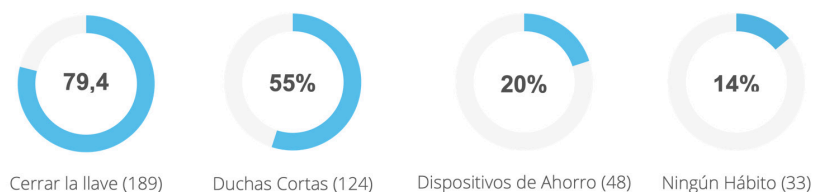


Figura 29 - Métodos Utilizados en el Hogar de Ahorro de Agua
Fuente: Elaboración Propia

Se concluye que los hábitos más empleados, es decir, cerrar la llave y las duchas cortas, son los más utilizados probablemente por su facilidad de implementación en la rutina diaria. Por otra parte, aquellos métodos más elaborados como la recolección de agua de lluvias y la reutilización de aguas grises presentan los porcentajes minoritarios.

5.1.2.4 Percepción de Consumo

Se les preguntó a los usuarios si consideran que en su hogar existe un consumo excesivo o más alto de lo “necesario” de agua y el por qué. Los resultados indicaron que un 54,4% considera que se consume más agua de lo necesario en su lugar habitacional durante el transcurso del día. Mientras que un 21,4% no está seguro y un 23,9% no lo considera así.

Igualmente se les preguntó a aquellos que marcaron la opción sí, el por qué de esta decisión. Tras un análisis de las respuestas al por qué, se concluye que ese sentimiento se debe a que los encuestados están al tanto de que pueden hacer algo más al respecto, es decir, que tiene acceso a recursos para mejorar el ahorro pero que sin embargo existe una gran falta de acción y voluntad para el cambio.

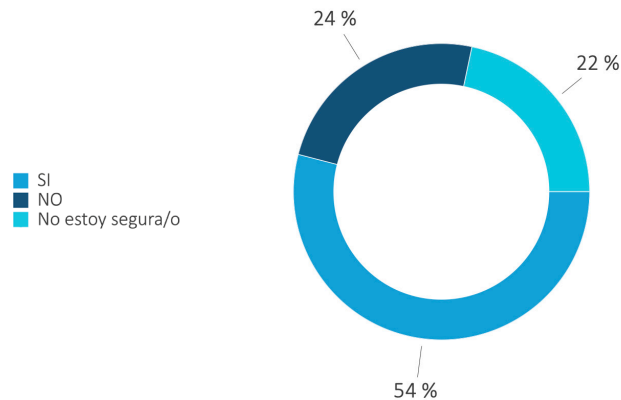


Figura 30 - ¿Consideras que consumes más agua de la necesaria en tu hogar?
Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.5 Conclusiones de la Encuesta

Al analizar los resultados, está claro que existe conciencia de la importancia que tiene el cuidar el agua. Sin embargo surge una interrogante, ¿Por qué si tantas personas son conscientes del problema, son tan pocas las que realmente toman acción al respecto? una posible respuesta a esto se debe a la falta de visibilización del problema, pues si bien es algo que sabemos por “cultura general”, no somos capaces de dimensionar la magnitud del problema, lo que conlleva a que sea difícil que exista la urgente acción que esta temática requiere mientras abramos la llave y el agua fluya limpia y sin problemas.

5.1.3 Definición Problema Oportunidad

Tras la aplicación de las herramientas anteriores, los descubrimientos que forman parte y moldean el problema oportunidad contemplan los siguientes puntos:

La escasez hídrica es un fenómeno real y global. A raíz de esto, Chile está viendo su disponibilidad de agua muy afectada.

El crecimiento demográfico y económico de nuestro país ha disparado el consumo de agua. Para el 2040, Chile podría tener una escasez del 80%

Surge la necesidad de generar espacios urbanos más conectados, que permitan una mejor gestión de los recursos naturales cada vez más escasos.

Asimismo, existe una baja o nula percepción del consumo total de agua que se tiene por persona dentro del entorno doméstico.

Esta poca visibilización genera hábitos de consumo derrochadores y que afectan directamente la disponibilidad de este recurso.

Por todos los puntos anteriores, el enunciado que definiría al problema oportunidad es el siguiente:

La sequía en Chile y el mundo es real y las proyecciones para los años que se avecinan con respecto a la disponibilidad del recurso hídrico no son alentadoras. La existencia de una débil percepción de la cantidad de agua que se consume dentro del entorno doméstico, genera en la mayoría de los casos, un consumo desinhibido y un aumento importante en la demanda consuntiva del recurso hídrico. Es por esto, que nace la necesidad de lograr entornos conectados que posibiliten entregar herramientas que permitan visualizar los datos de consumo a los usuarios para así, generar espacios urbanos más concientes que logren mitigar el impacto de nuestros hábitos de consumo actuales. Lograr comunicar el peso del problema y propiciar al usuario cambiar su conducta, es fundamental para encaminarnos hacia un futuro con ciudades más conectadas y por sobretodo, con una mejor calidad de vida para todos sus habitantes.

5.2 PERFIL DE USUARIO

5.2.1 User Persona

A través de , definiremos el perfil de usuario al que queremos apuntar nuestra solución. Este es un usuario ficticio, pero que sin embargo presenta las características idóneas de quien se concluye, según todos los descubrimientos previos, sería el usuario ideal de la propuesta solución que se plantea en una etapa posterior. Para este ejercicio , se determinó el perfil de usuario de Matías (Figura 31)

El relato que define el perfil de Matías es el siguiente: Matías tiene 3 años, casado con Camila y oriundo de Illapel, una ciudad al interior de Los Vilos ubicada en la cuarta región. Actualmente, vive allí junto a Camila, pero por motivos de trabajo debe mudarse a la capital el año entrante , por lo que ha estado en búsqueda de lugares dónde vivir. Matías vivió 2 años atrás en la capital, pero posteriormente se casó y tuvo a su primera hija, por lo que decidió volver a su localidad de origen para criar y trabajar en un ambiente más tranquilo. Sin embargo, está asustado por la

sequía que está azotando su ciudad, la cual 10 años atrás, ya se encontraba con índices altos de escasez hídrica. Esto último ha llevado a que Matías genere un cambio en su forma de ver las cosas, al vivir en un ambiente más rural y sentir estas repercusiones de la falta de agua directamente en su entorno y su estilo de vida, ha generado en él la necesidad de cambiar ámbitos de su vida sobretodo luego de la llegada de su pequeña hija.

Es por esto que en la búsqueda de un nuevo lugar donde vivir, en base a sus ingresos y su estilo de vida, busca un departamento, y está dispuesto a nuevas alternativas de viviendas más verdes o sustentables, sobretodo si aparte de ayudar al medioambiente y los recursos también recibe un incentivo monetario. Cree que es muy importante dar un buen ejemplo a su hija y entregarle las mejores herramientas para este incierto futuro que está por venir.



Matías
35, Contador Auditor
Santiago, Chile

Matías vive en Santiago hace más de 7 años, pero es oriundo de Illapel, localidad al interior de Los Vilos en la IV región ahí vive junto a su esposa y su hija de 3 años. Disfruta de pasar tiempo con la familia y amigos y de hacer deporte al aire libre. Se considera una persona responsable con su familia y consciente con sus decisiones.

“Siento que es súper necesario que empecemos a tomar más conciencia de nuestros hábitos, porque asumimos que los recursos son infinitos cuando en realidad no lo son”

- ♥ Responsable ●●●●●
- ♥ Crítico ●●●●●
- ♥ Proactivo ●●●●●
- ♥ Curioso ●●●●●

Metas

- Tomar acciones concretas en su vida, que le permitan sentirse mejor consigo mismo.
- Lograr mantener un cambio de hábito en el tiempo, y sentir que realmente aporta desde su lugar al cambio.

Frustraciones

- ✗ Sentir el cambio en el clima, y ver que es algo real que está pasando ahora.
- ✗ Ver cómo el consumismo desmedido está afectando a nuestro planeta; la industria de la carne, la textil. etc
- ✗ Ver constantemente en las noticias sobre la escasez hídrica no solo en nuestro país sino que en todo el mundo igualmente.
- ✗ Sentir la necesidad de cambiar sus hábitos, pero no saber cómo empezar.

Motivaciones

- ✓ Generar conciencia en su casa, para inculcarle la importancia de esto a su hija a medida que ella vaya creciendo.
- ✓ Hacer cambios que ayuden a disminuir el impacto que tienen sus hábitos en el medioambiente.
- ✓ Buscar la forma de no sólo ayudar al planeta, sino también en la economía del hogar.
- ✓ Actualizar su estilo de vida a uno más smart y conectado.

- 🌐 Internet 80%
- 📢 RR SS 80%
- ☁️ Gadgets 60%
- ★ Early Adopter 70%

Figura 31- Perfil persona: Matías
Fuente: Elaboración Propia

5.3 PROPUESTA CONCEPTUAL

Para el desarrollo de la propuesta conceptual o concepto solución, la aplicación de distintas herramientas que permitan la “bajada” de esta son sumamente útiles para determinar requerimientos y establecer directrices a seguir para lograr una propuesta solución y acorde al problema oportunidad detectado.

5.3.1 Brainstorming

Para dar paso a una propuesta conceptual, el primer ejercicio que se llevó a cabo fue un brainstorming, donde se determinaron 3 preguntas a las cuales se respondió con una lluvia de ideas para responder cada una. Estas preguntas correspondían a tres: ¿Cómo recolectar datos? ¿Cómo permitir la reutilización? ¿Cómo visibilizar el consumo?

Este ejercicio permitió comprender en primera instancia los requerimientos necesarios de la propuesta solución que responde a la pregunta.

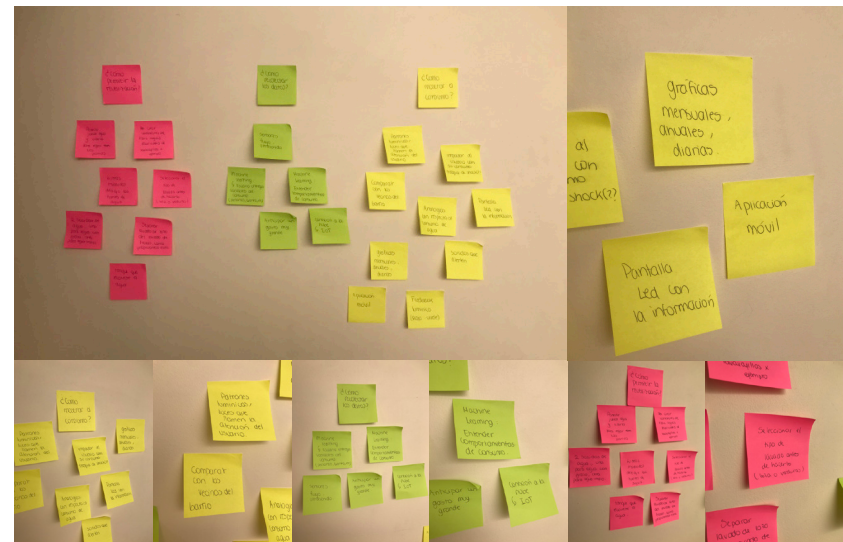


Figura 32 - Ejercicio de brainstorming
Fuente: Elaboración Propia

5.3.2 Hipótesis Tecnológica

Tras todo el estudio del marco teórico que engloba el problema oportunidad, se postuló la hipótesis tecnológica que busca determinar la posible tecnología que nos permitiría encontrar una respuesta o solución a dicho problema. Esta hipótesis debe ser respaldada a lo largo del desarrollo del proyecto a través de evidencia que demuestre la veracidad de aplicación de la misma. Esta hipótesis corresponde a la siguiente:

El diseño de un sistema de medición de consumo de agua en el hogar basado en la tecnología IoT para la recolección de datos, permitirá reducir y visualizar el uso de agua en el hogar para propiciar cambios de conducta de consumo y facilitar la reutilización del recurso hídrico

5.3.3 Tiles IoT Inventor Kit

Esta herramienta de diseño y educativa para aprender sobre el diseño y tecnología IoT teniendo cómo foco idear soluciones que respondan principalmente a los objetivos de desarrollo sostenibles propuestos por la ONU . Para comenzar , se seleccionaron las tarjetas correspondientes al escenario y al perfil persona que definimos anteriormente (Figura 33)



Figura 33 - Scenario & Persona Tiles
Fuente: Tiles iot Inventor Kit

La tarjeta de escenario seleccionada corresponde al objetivo de desarrollo sostenible número 11 *Sustainable Cities and Communities* ya que buscamos generar una solución que responda a esta necesidad y permita generar espacios urbanos más conectados y conscientes.

En cuanto al perfil persona, este corresponde al descrito anteriormente. Luego, se seleccionan las tarjetas de *Missions* (Figura 34) que en este caso corresponden a la misión de Cambio de hábitos y a *Trojan Horse*, este último hace referencia a la búsqueda de proponer una solución que sea más que un producto por si solo, sino también una serie de sistemas pequeños que permitan generar una propuesta coherente.



Figura 34 - Missions tiles
Fuente: Tiles lot Inventor Kit

Posteriormente se seleccionaron las tarjetas de *Things* que corresponden a los objetos que podrían ayudar al usuario que se determinó, a resolver o responder al problema. En este caso, este corresponde principalmente a la ducha, lavamanos, etc o sea, una fuente de agua dentro del hogar.

Después se seleccionaron los *Triggers* (Figura 35) que corresponden a las acciones, los sensores y los servicios que forman parte de este nuevo concepto solución. Para este caso se determinaron tres; Abrir la llave, sensor de flujo de agua y un sensor de proximidad.

Luego se determina el *Feedback* (Figura 36) que estos objetos producirían con determinados *triggers*. Para esto se seleccionan



Figura 35 - Triggers tiles
Fuente: Tiles lot Inventor Kit

tres tarjetas igualmente; Almacenamiento en la nube, *Feedback* lumínico y pantallas. Posterior a esto se determinó el *Storyboard*, para definir en una primera instancia cual sería el flujo de uso de este sistema .

Todo lo anterior culmina con la selección de los criterios de reflexión, que en este caso se definieron como utilidad, innovación y sustentabilidad . Definir estos criterios sirve para determinar el impacto que queremos lograr con nuestra propuesta. Luego de terminar todos los pasos anteriores, el canvas (Figura 37) se completa con el *Pitch* que da vida a este proyecto para generar una propuesta clara y coherente.

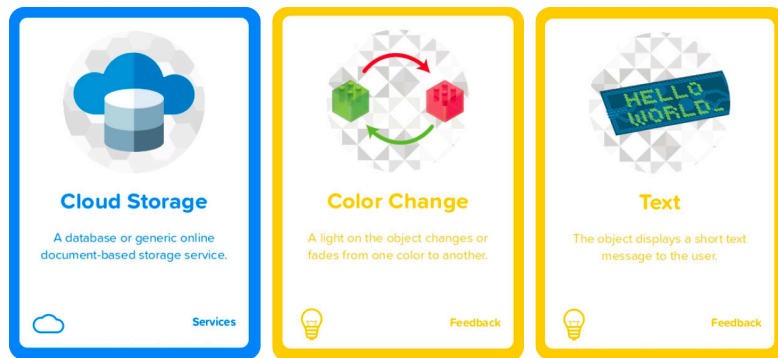


Figura 36 - Feedback tiles
Fuente: Tiles lot Inventor Kit

5.3.4 Propuesta Conceptual

Entonces, gracias a las herramientas utilizadas anteriormente, se determinaron los requerimientos de la propuesta conceptual. Estos requerimientos, detallados anteriormente, permiten resumir la propuesta conceptual en el siguiente enunciado.

Un sistema de varias partes, que sea implementado en los lavaplatos de una cocina doméstica, y que permita la medición de consumo de agua en dicho entorno. Además, que posea un sistema que permita reutilizar un porcentaje de este consumo. Lo anterior a través del uso de la tecnología IoT para la recolección de datos, los cuales tras su adquisición, control y análisis permitirán generar interfaces que visibilicen los hábitos de consumo al usuario in situ. Esto sumado a distintas interacciones con el entorno de lavado, permiten propiciar cambios de conducta consuntiva de agua en los usuarios y así, generar entornos urbanos más conectados, eficientes y sustentables.

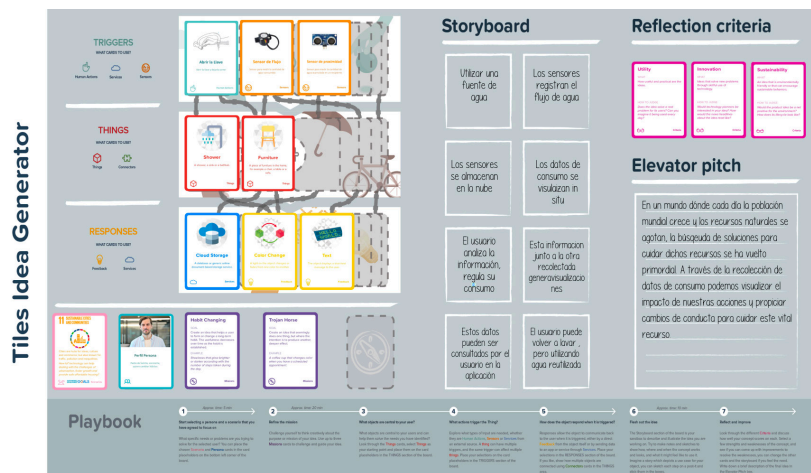


Figura 37- Tiles idea generator canvas
Fuente: Tiles lot Inventor Kit

5.3.5 Design Criteria Canvas

Para sintetizar la propuesta conceptual anterior, la herramienta design criteria canvas (Figura 38) es de suma utilidad para determinar las características más importantes y necesarias de nuestro prototipo. Permite diferenciar y determinar los requerimientos de aquellos que deben, deberían, podrían y no deben estar presentes.

Para ello, se configuró una adaptación de design criteria canvas original, separando este en dos ámbitos; El hardware o la parte tangible y por otro lado, el software o sistema de la propuesta.

	SOFTWARE			HARDWARE		
DEBE <small>Elementos no negociables que si están incorporados</small>	Recolectar Datos, generar valor en el análisis de los mismos	Funcionar en la nube a través de IoT	Visualizar Datos de consumo y reutilización	Permitir la reutilización de Aguas Grises	Intuitivo, alto nivel de usabilidad	Entregar feedback inmediato, in situ
DEBERÍA <small>Criterios no vitales, pero que serían deseables</small>	Atractivo visualmente	Ser un sistema que venga implementado en los depósitos/casas	Generar datos que sean útiles para entidades privadas como gubernamentales	Requerir poca mantención y fácil manejo	No tener altos costos de mantención	Ser duradero en el tiempo
PODRÍA <small>Cualquier cosa que no está directamente asociada con la visión de producto</small>	Generar una red entre vecinos para ahorrar agua	Permitir al usuario ahorrar dinero a final de mes	Ser customizable	Tener distintos tamaños y colores	Ser utilizado en otros lados de la vivienda (Baño por ejemplo)	Ser customizable
NO DEBE <small>Elementos que no deberían estar presentes</small>	Recolectar datos arbitrariamente	Permitir la manipulación de los datos	Consumir grandes cantidades de energía	Ser peligroso de manipular para el usuario	Filtrar agua para el consumo humano (beber)	Ser extremadamente grande y voluptuoso

Figura 38 - Design criteria canvas
Fuente: Elaboración Propia

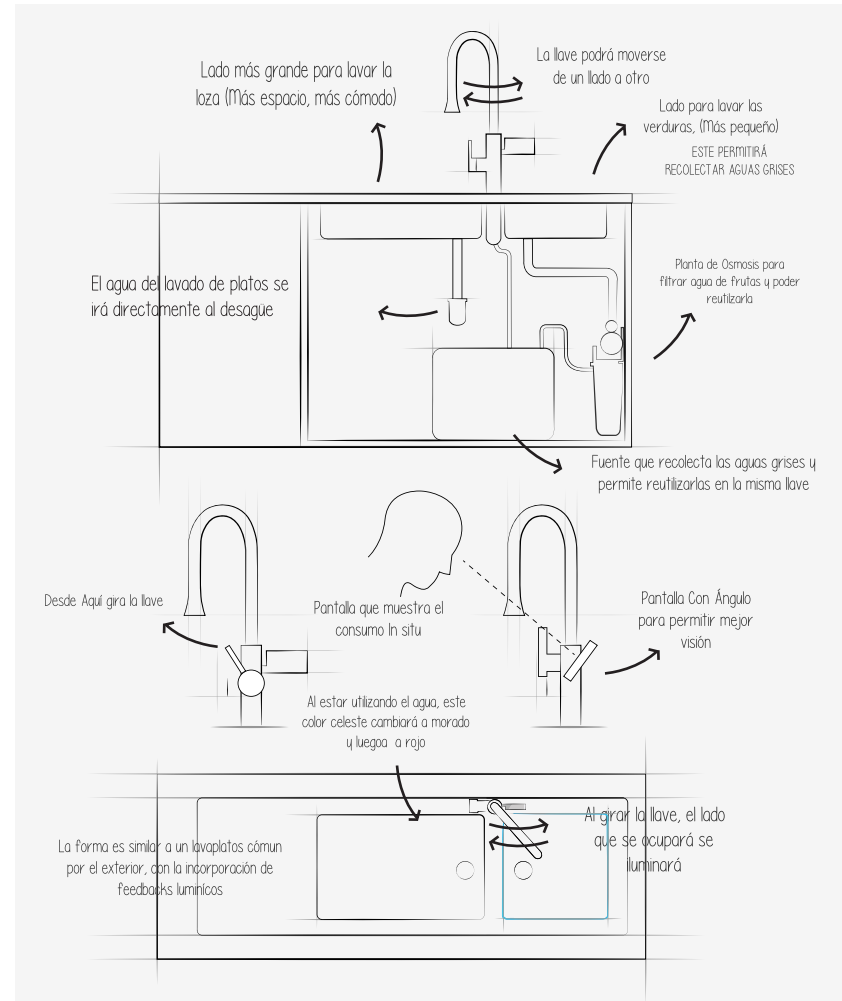


Figura 39 - Primer boceto de propuesta conceptual
Fuente: Elaboración Propia

5.4 PROPUESTA FORMAL - WIOT

De todo el proceso creativo anterior, nació WIOT, una propuesta de sistema diseñada para ser implementado en el entorno de una cocina doméstica, funcionando como un método de medición de consumo de agua que permite propiciar cambios de conducta consuntiva del recurso a través de la visualización de datos in situ y de interacciones con el entorno de lavado.

WIOT no solo permite medir el consumo de agua. A través de un sistema de reutilización de aguas grises es posible reutilizar un porcentaje del consumo total dentro del entorno doméstico, permitiendo a los usuarios generar un ahorro en la cuenta de agua al final de cada mes.

Pensado para ser implementado de manera masiva y dentro del entorno urbano, WIOT busca generar una propuesta que permita a las entidades gubernamentales encaminarse hacia el objetivo de alcanzar espacios urbanos más conectados, sustentables, e inteligentes.





Figura 40 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia

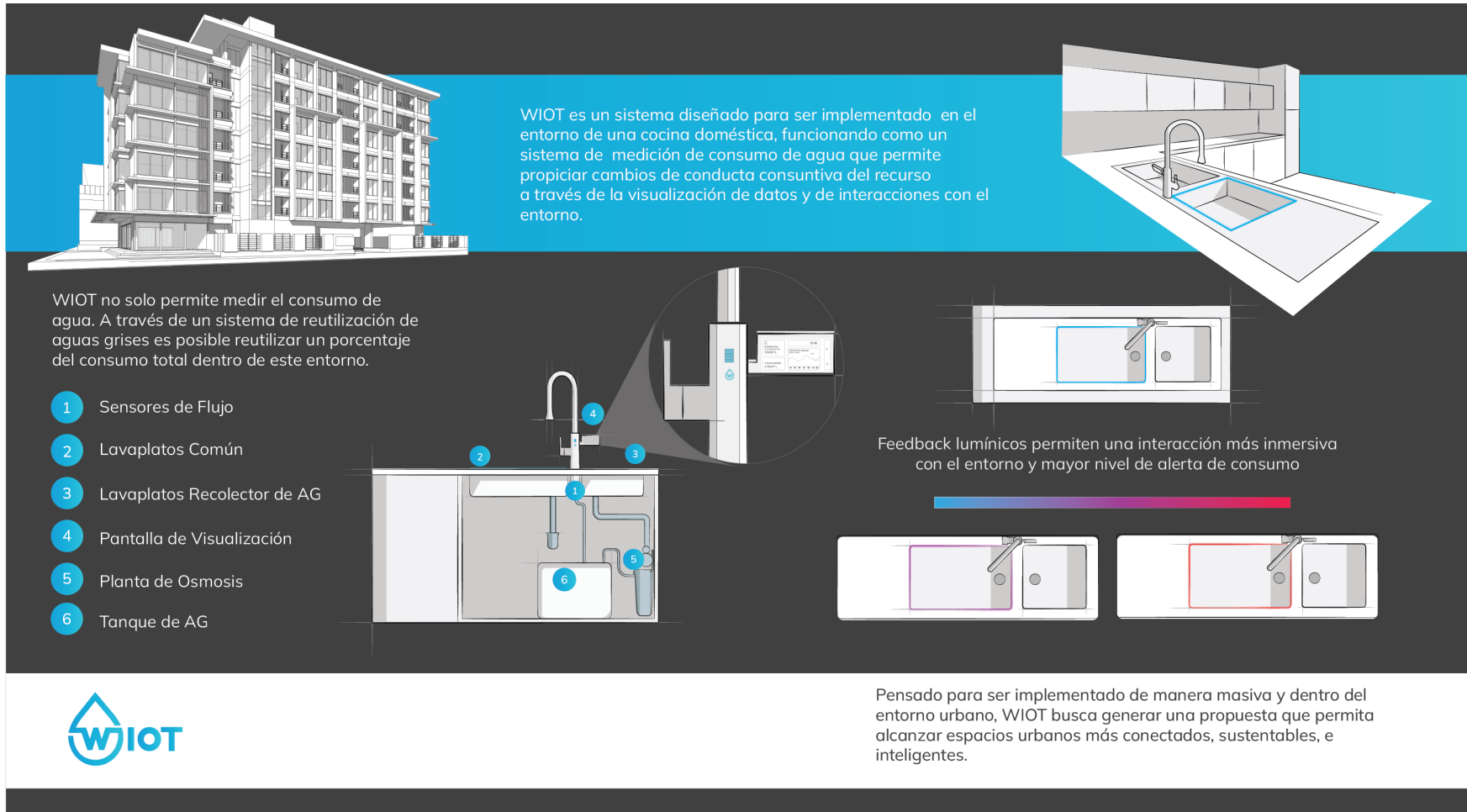


Figura 41 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia



Figura 42 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia



Al momento que el agua empieza a correr y los **litros consumidos comienzan a aumentar**, el color del contador va cambiando, junto al **feedback lumínico de la tira led.**

De esta forma, el usuario además de visualizar el número de la cantidad de agua consumida, **el cambio de color funciona como un segundo feedback con respecto a este consumo.**



Figura 43 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia

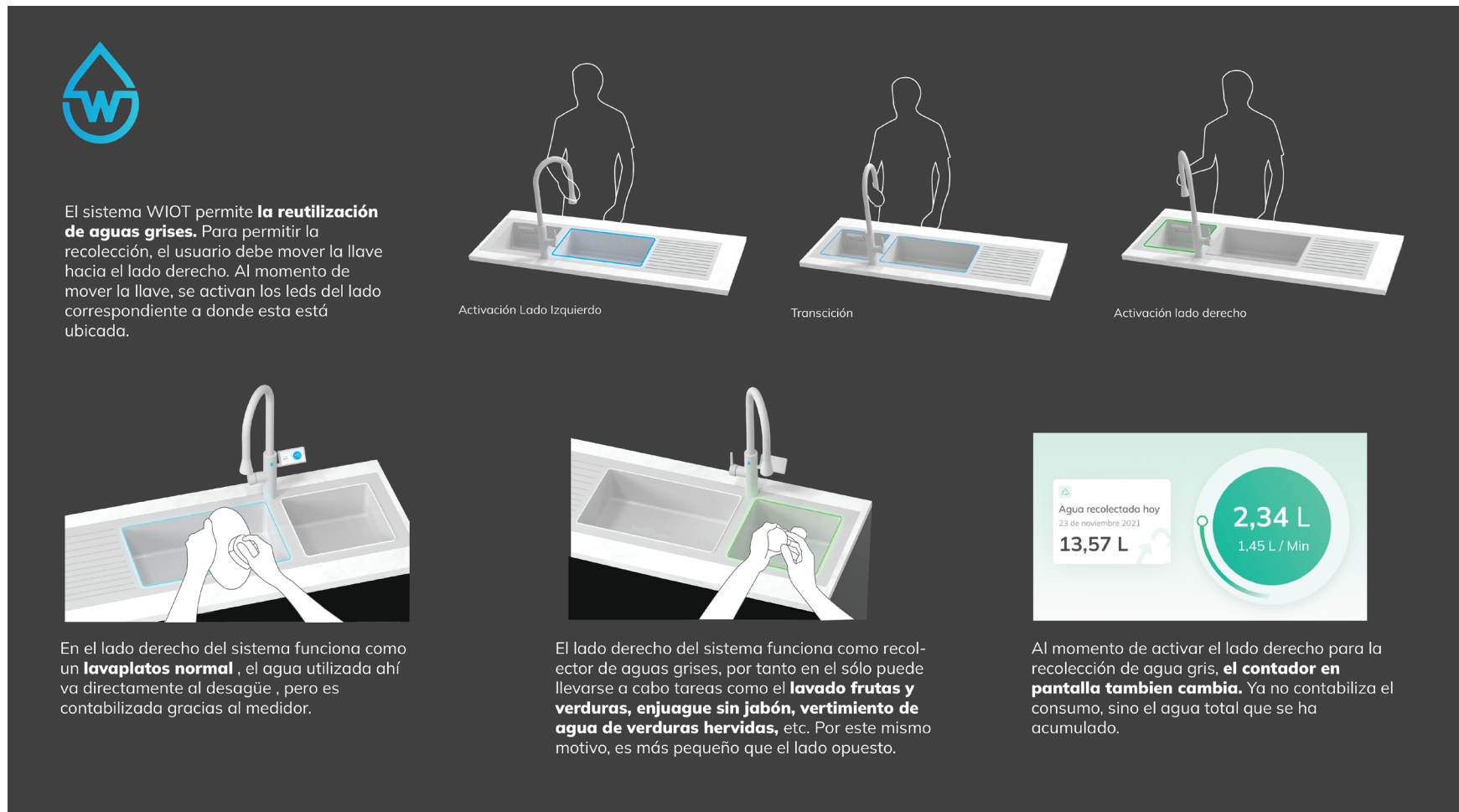
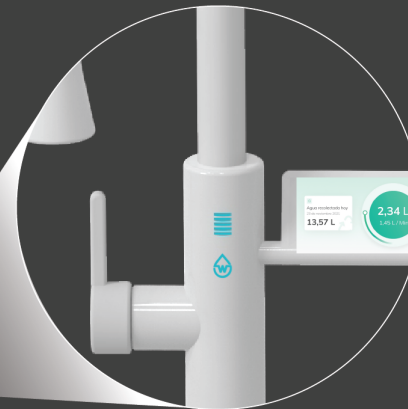
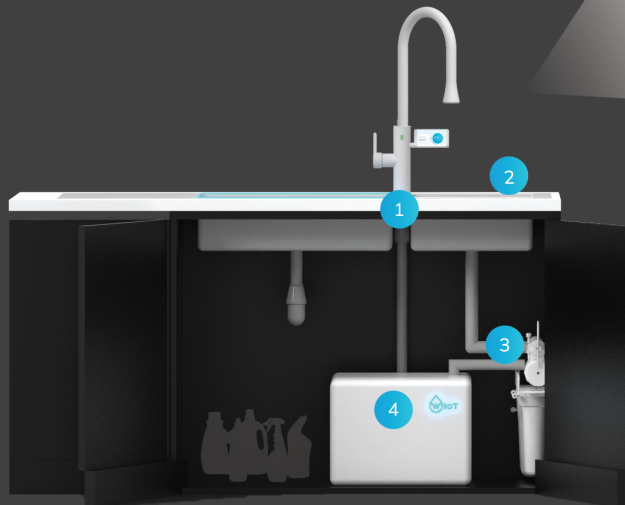


Figura 44 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia



El **sistema de recolección de aguas grises** comienza a funcionar cuando el agua sale de la cañería contabilizando el consumo (1) para ser utilizada en el lavado de frutas (2) y posteriormente, descender hacia una planta de osmosis inversa de 3 Estaciones (3). Una vez filtrada esta agua, esta es acumulada en el tanque inferior con una capacidad aproximada de 45 litros (4)



Cuando el tanque esté en su punto máximo, el **feedback lumínico de la base de la llave**, estará iluminado indicando que el agua está **lista para reutilizarse**.

Para **activar el uso del aguas grises acumulada**, simplemente el usuario debe apretar el botón en la base de la llave y el sistema automáticamente comenzará a utilizar el agua del tanque.



Figura 45 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia

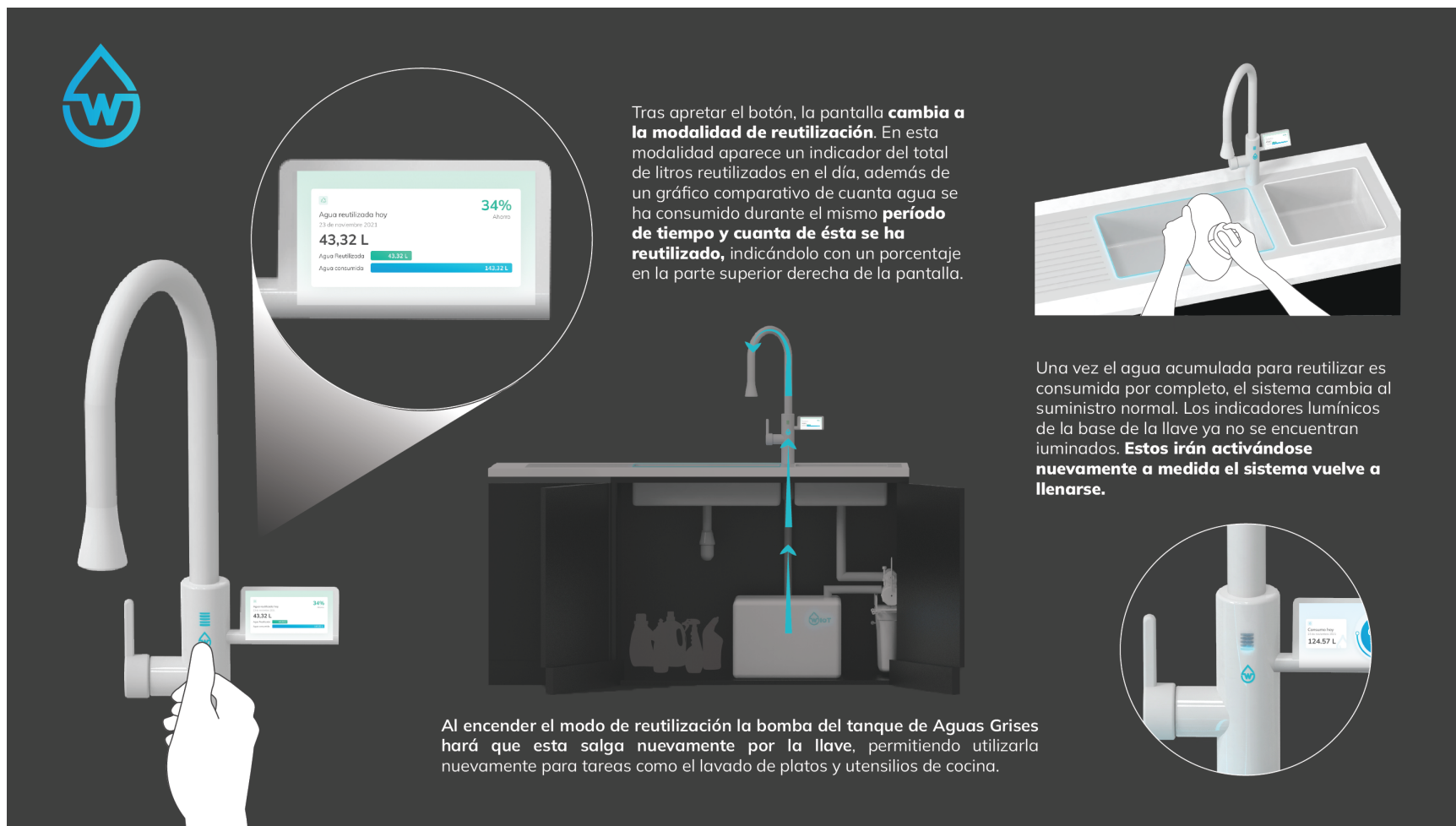
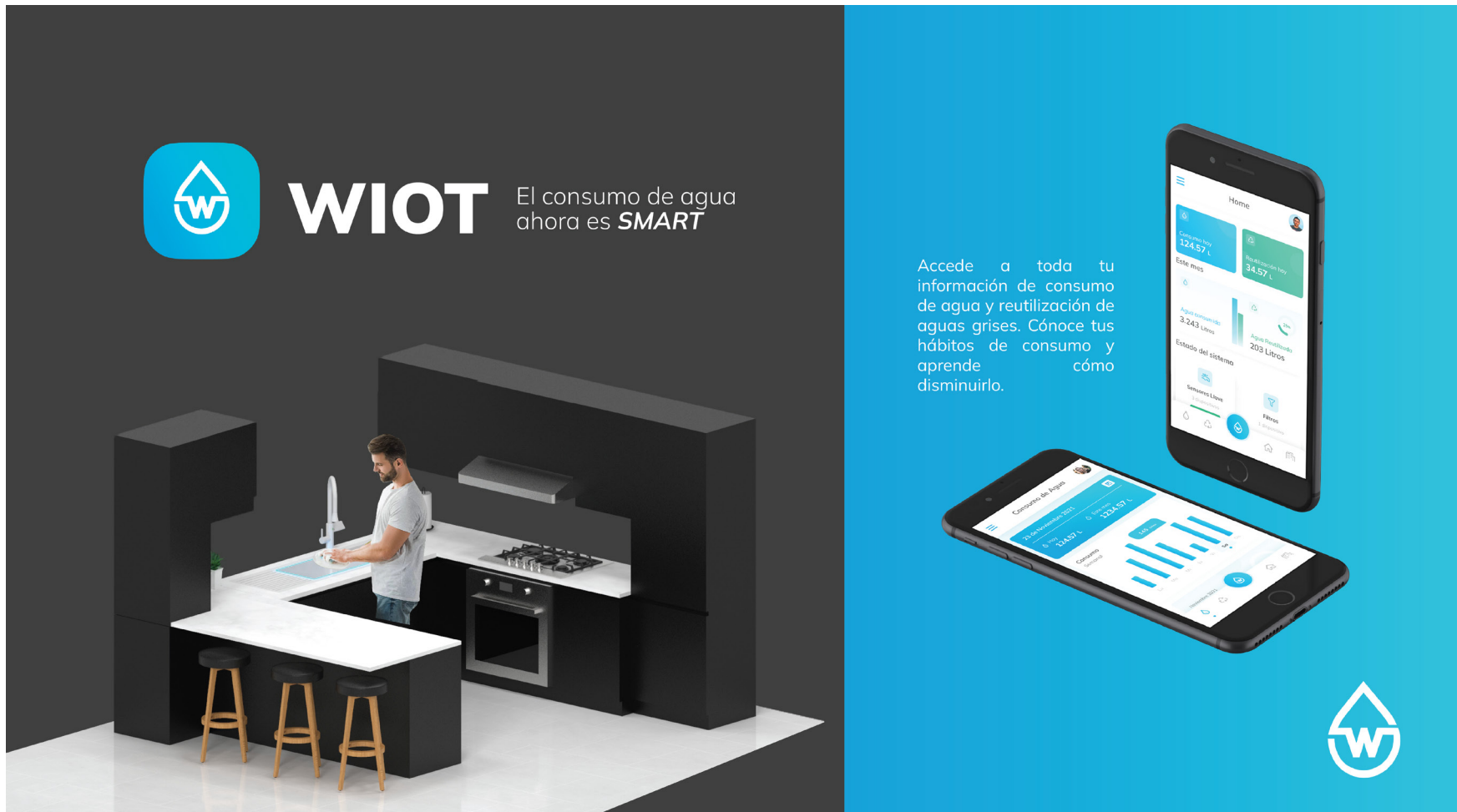


Figura 46 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia



The advertisement is split into two main sections. The left section features a dark background with a 3D rendering of a modern kitchen. A man is standing at a white countertop with a sink, looking at a smart faucet. To the right of the kitchen, the WIOT logo (a blue square with a white water drop containing the letters 'W') is displayed above the text 'WIOT El consumo de agua ahora es SMART'. The right section has a bright blue background. It shows two smartphones displaying the WIOT mobile application. The top phone shows a 'Home' screen with various data cards: 'Consumo hoy 124.57 L', 'Reutilización hoy 34.57 L', 'Este mes' summary, 'Agua consumida: 3.243 Litros', and 'Agua Reutilizada: 209 Litros'. Below this is a 'Estado del sistema' section with 'Sensores Online' and 'Filtros'. The bottom phone shows a 'Consumo de agua' screen with a bar chart and a 'Consumo' section. A white WIOT logo is positioned in the bottom right corner of the blue section.

Figura 47 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia

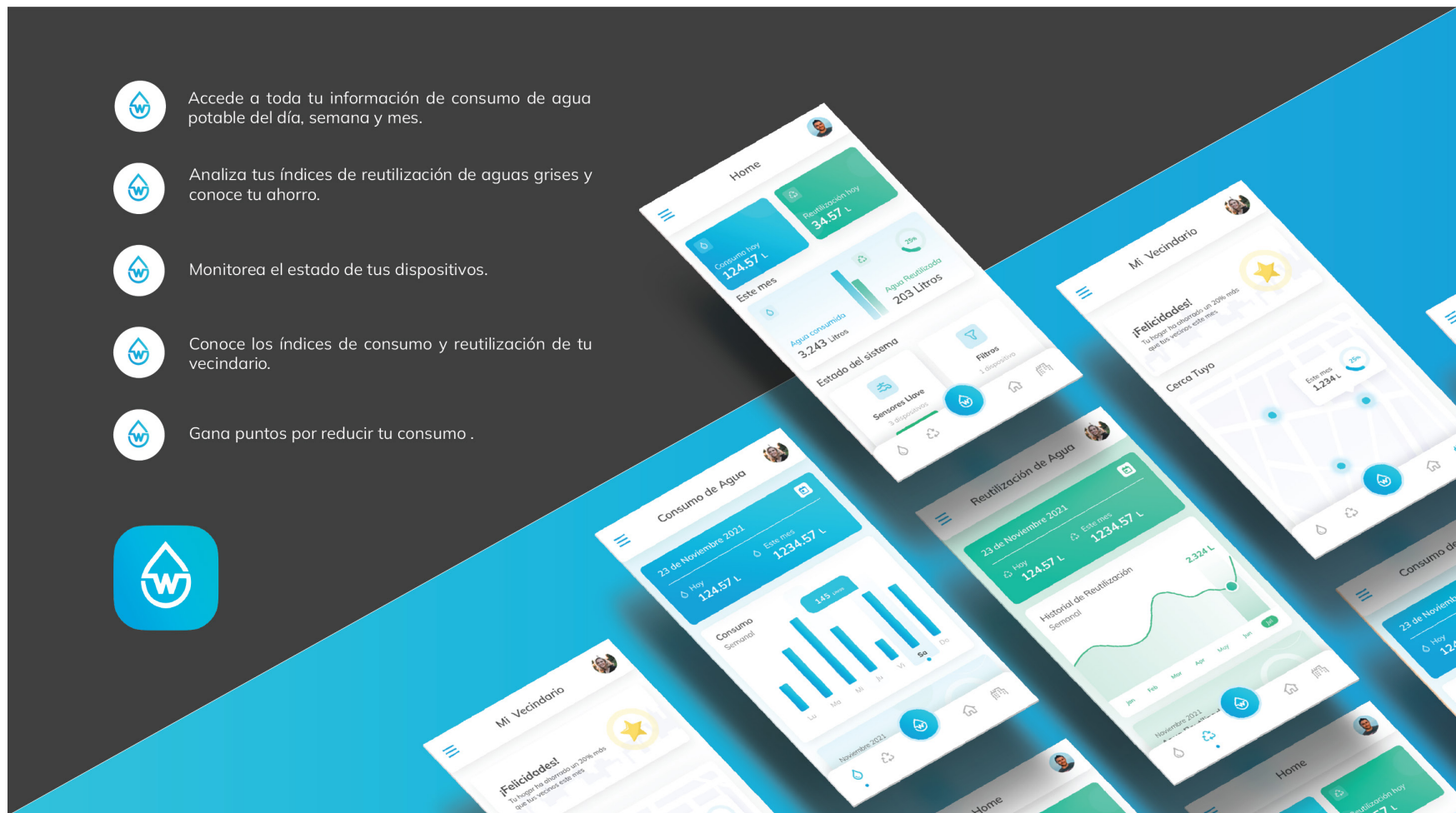


Figura 48 - WIOT
Fuente: Elaboración Propia

5.4.1 Arquitectura IoT

La arquitectura de IoT, se compone de varios bloques de construcción conectados que en su conjunto generan la arquitectura IoT. La conexión de estos bloques garantizan que los datos generados del sistema por los sensores se recopilen, almacenen y procesen en la nube para posteriormente poder ser visualizados al usuario a través de una aplicación. (Grizhnevich, 2018) El siguiente diagrama (Figura 49) refleja la arquitectura IoT del sistema WIOT y funciona de la siguiente manera:

Los sensores de flujo ubicados en las distintas la fuente de agua es capaz de determinar el flujo de agua consumida, al igual que el de agua reutilizada.

Esa información es enviada a la nube a través del *Gateway*, los cuales funcionan en forma bidireccional y permiten la conectividad entre las cosas y la parte IoT del sistema. Esta puerta permite procesar la data y filtrarla antes de moverla a la nube.

Posteriormente, esta infromación llega al *Cloud Gateway*, el cual se encarga de asegurar la transmisión de los datos de consumo entre los servidores del sistema IoT. Luego, esta debe ser recibida por el streaming data processor que asegura la transición segura de la data de consumo de agua hacia un *Data Lake*.

El *Data Lake* es utilizado principalmente para guardar los datos de los sensores conectados en su forma natural. Cuando esta data

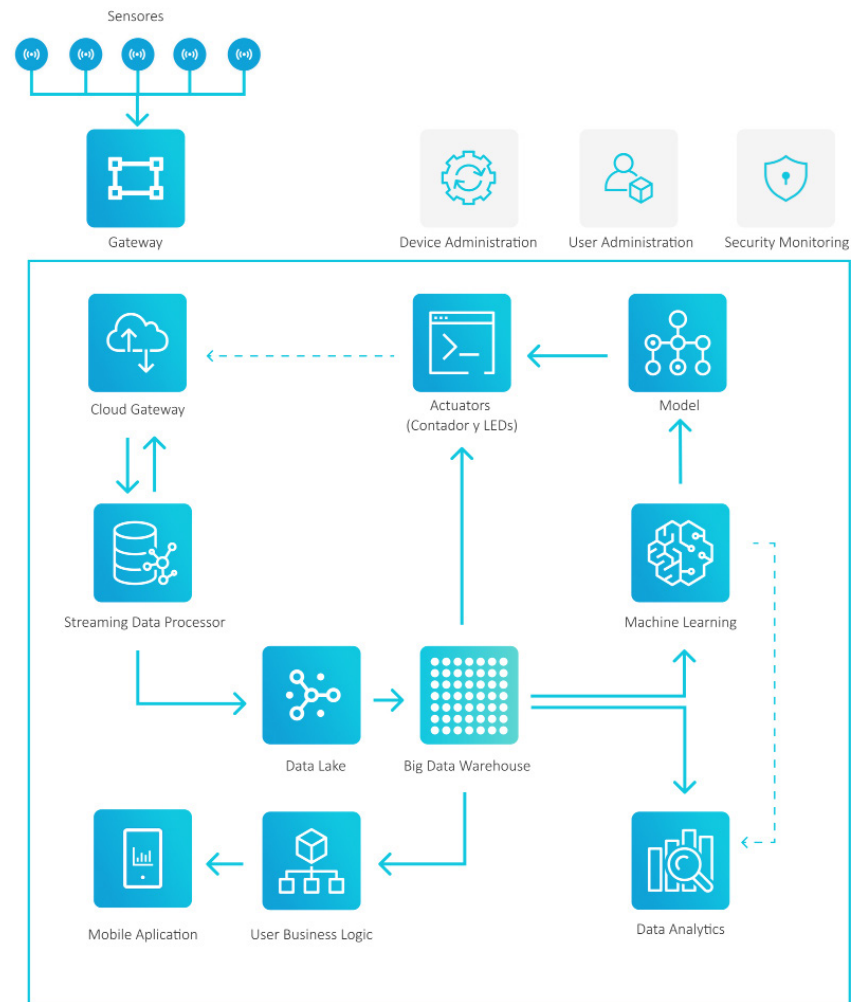


Figura 49 - Arquitectura de la información de WIOT
Fuente: Elaboración Propia

necesita ser utilizada , es extraída y cargada al *Big Data warehouse*. Este último contendrá entonces, solo datos ordenados y estructurados.

Desde esta *Data warehouse*, se da la posibilidad del *Data Analysis*, el cual se encarga de encontrar patrones y tendencias de consumo que permitan generar insights importantes. Si se analizan correctamente, este análisis permite identificar maneras en la que se puede mejorar el algoritmo para mejorar el sistema en su conjunto.

Luego está el *Machine Learning*, este permite aprender a través del análisis de datos para estar constantemente mejorando los modelos de control y así permitir analizar de mejor manera los datos. Estos nuevos modelos deben ser aprobados por el *Data Analysis* para posteriormente ser utilizados por las aplicaciones de control.

Las aplicaciones de control por tanto , son las encargadas de enviar comandos automáticos a los actuadores. En este caso, esto se vería reflejado en el contador de la pantalla de la llave y en el feedback lumínico que lo acompaña. En primera instancia, puede funcionar de acuerdo a reglas determinadas por el algoritmo. Sin embargo, lo ideal es que este utilice los modelos actualizados como resultado del machine learning según el comportamiento de consumo de agua de los usuarios.

Finalmente. las aplicaciones para el usuario son componentes del software del sistema IoT que principalmente permiten la conexión entre el sistema y el usuario a través de una interfaz. Para lograr esto, la información debe atravesar por el *User Business Logic*, que corresponde a los algoritmos que intercambian la información entre la base de datos y la interfaz. Recordemos que la información que se le entrega al usuario debe ser simple, acotada y legible.

Otros tres puntos importantes para terminar la Arquitectura de la información corresponden a los siguientes (Grizhnevich, 2018):

Device Management: Para el correcto funcionamiento de un IoT se requieren algunos procedimientos extra para manejar el funcionamiento de los dispositivos conectados. Como la Identificación de los dispositivos, El monitoreo y diagnósticos y las actualizaciones de software.

User Management: Es necesario aplicar un control igualmente sobre los usuarios que utilizan el sistema, identificar sus roles, el acceso a la información y el nivel de control que estos tienen.

Security Monitoring: Es sumamente importante cuidar la privacidad de los datos , sobretodo cuando existe gran volumen de ellos. Para eso, es necesario la implementación de barreras de seguridad en etapas tempranas del Sistema.

5.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para concebir la propuesta anterior, a continuación se detalla el desarrollo de la misma, con sus respectivos procesos, descubrimientos y conclusiones que permiten respaldar el concepto.

5.5.1 Medición de Consumo (KPI's)

Para comenzar el proyecto, la primera etapa correspondió a la medición de los índices de consumo dentro del hogar, a modo de determinar cuanto es el porcentaje de agua que se consume en el entorno del lavaplatos y cuanto de este consumo es efectivamente reutilizable.

Para lograr lo anterior, se adquirió un dispositivo como prototipo inicial (Figura 50) este corresponde a una medidor de flujo digital, el cual posee un funcionamiento simple, ya que en su interior se encuentra una trubina que al momento de girar en su interior por el paso de agua, muestra los litros acumulados y el flujo de agua en el contador. Para obtener un catastro más real y



Figura 50 - Medidor de Flujo
Fuente: Elaboración Propia

certero de la cantidad de agua que realmente se consume en el entorno doméstico del lavaplatos, se instaló el dispositivo en 3 casas, cada una con características distintas.

5.5.1.1 Medición de Consumo de Agua Diario

Para este experimento, se instaló el dispositivo en tres casas distintas, con distintas características en cuanto a las personas que habitan el hogar. En la casa N°1 de estudio, viven tres personas, dos hombres y una mujer, de 24, 69 y 67 años respectivamente. En la casa N°2, habitan dos mujeres y un hombre, de 23, 53 y 62 años respectivamente. En la casa N°3, habitan cuatro mujeres, de 27, 27, 28 y 28 años, respectivamente.

 Habitante Mujer  Habitante Hombre

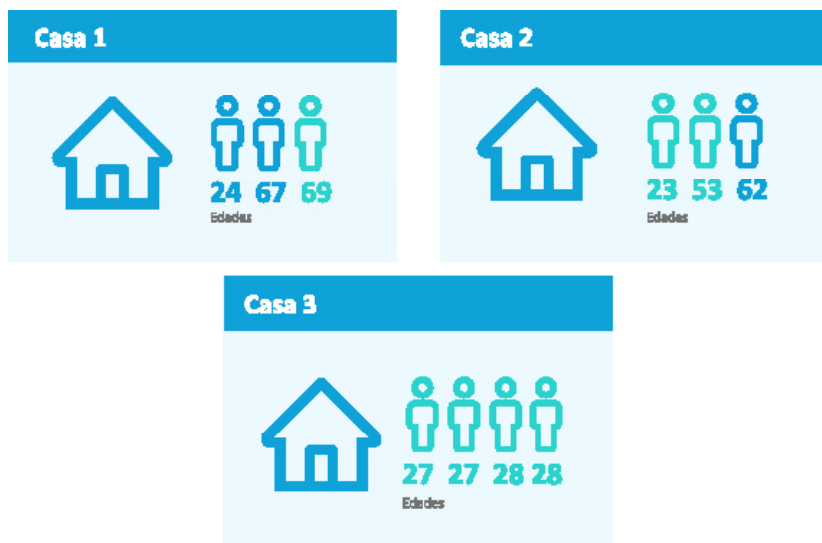


Figura 51 - Características de casas de estudio
Fuente: Elaboración Propia

A cada una de las casas que fueron parte de este estudio, se les instaló el medidor en la boca de la llave del lavaplatos, a través de distintas adaptaciones con piezas 3D (Figura 52) el objetivo fue uno solo: Utilizar el lavaplatos con el medidor durante 24 horas de forma normal cómo se hace de manera cotidiana.



Figura 52 - Instalación de medidores en distintas casas
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de consumo arrojados por cada casa de estudio fueron similares, estos corresponden a los siguientes:

Casa	Habitantes	Litros Consumidos	Promedio x Habitante
N°1	3	137 Litros	46 Litros
N°2	3	189 Litros	63 Litros
N°3	4	152 Litros	38 Litros

5.5.1.2 Medición de Consumo de Agua Semanal

Sin embargo, el análisis de consumo no se limitó a la medición de un sólo día. En la casa N°2, se aplicó el uso del dispositivo a lo largo de una semana (7 días) a modo de determinar el consumo total de un período de tiempo más largo. Los resultados arrojaron que durante la semana, se consumió un total de 1.208 litros (Figura 53), Lo que determina un promedio de aproximadamente 172 litros diarios, que significa un promedio diario de 57 litros por habitante.



Figura 53 - Consumo de agua de 1 semana en Casa N°2
Fuente: Elaboración Propia

Este caso de estudio determinó igualmente, una serie de insights con respecto al uso de agua, ya que, no todos los días el consumo es igual y este se ve directamente afectado con factores como si los usuarios se encuentran en la casa o no, lo que disminuye

directamente el consumo del día. También otros factores como la llegada de visitas al hogar o la variable de si se cocina durante el día o no, afecta directamente el aumento de este número. Además de determinar los indicadores de rendimiento anteriores, dentro del mismo caso de estudio de la casa N°2, se decidió medir la cantidad de aguas grises que podrían ser recolectadas en este entorno a lo largo de un día, estas provenientes principalmente del lavado de frutas y verduras, enjuague de vasos o platos sin uso de jabón, agua de verduras hervidas (fría), entre las principales fuentes.



Figura 54 - Generación de aguas grises
Fuente: Elaboración Propia

Tras esta prueba (Figura 54) se midió la cantidad de agua proveniente de estas fuentes en un día normal dentro del hogar, donde se cocina y no existe la presencia de otras personas más que los habitantes de la casa. Esta medición arrojó un total de 46,5 Litros, que podrían ser fácilmente reutilizados para otros fines dentro del hogar. Tomando este número como referencia, si reutilizáramos esta agua podríamos reducir el consumo total de una semana de 1.208 Litros a 883 Litros, permitiendo el ahorro de 325 Litros semanales y de 1.302 Litros aproximadamente cada mes sólo en el lavaplatos.

5.5.2 Validación del Problema

Continuando con los resultados del experimento expuesto anteriormente, existen descubrimientos importantes con respecto a cómo los usuarios se relacionaron con el prototipo y lo que este evocó como respuesta afectiva. Para determinar aquello, una vez vivieron la experiencia de utilizar este dispositivo en sus hogares, se les encuestó para determinar su experiencia en la totalidad. Puede Ver la Encuesta completa en el [Anexo 2](#).

El nivel de impacto y sorpresa que vivieron los usuarios al utilizar el dispositivo es uno de los puntos más relevantes y llamativos de los resultados de esta encuesta. De las 9 personas que respondieron la encuesta, ninguno de ellos había visto antes en vivo la cantidad de agua que estaban consumiendo al momento de lavar lo platos. En cuanto al nivel de sorpresa que estos obtuvieron al ver este número por primera vez se les pidió determinar en la escala del 1 al 10. Los resultados arrojaron un promedio de 9.4. (Figura 55)

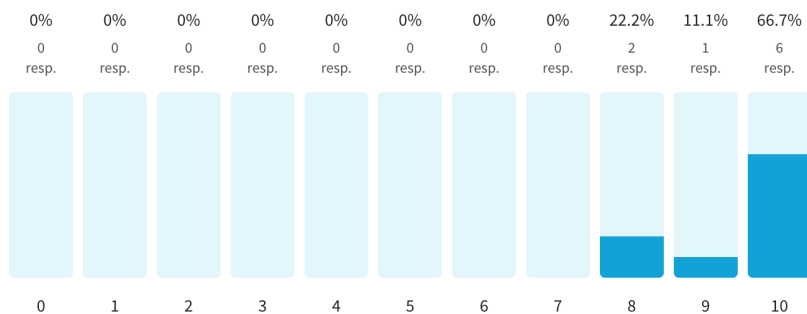


Figura 55 - Nivel de sorpresa al visualizar el consumo
Fuente: Elaboración Propia

Posterior a esto, se les pidió indicar qué sentimientos este nuevo conocimiento evocó en ellos, pudiendo seleccionar más de una opción. Las tres más repetidas en orden de mayor a menor corresponden a Impactado/a , culpable y Abrumado/a.(Figura 56)

Este impacto que 8 de los 9 encuestados declaran, va de la mano con esta sorpresa que mencionamos anteriormente.

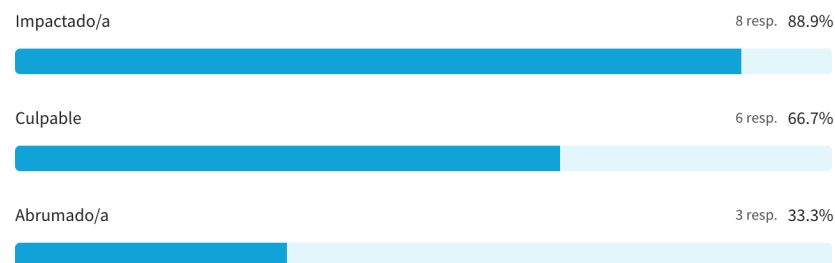


Figura 56 - Sentimientos evocados por este nuevo conocimiento
Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se les preguntó si es que este nuevo conocimiento que adquirieron afectó la forma en que utilizaban el lavaplatos en los días posteriores al retiro del dispositivo, donde 8 de las respuestas fueron “Sí” y una de ellas “Quizás”. Para aquellos que respondieron que sí , al indicar posteriormente cómo se reflejó este cambio de conducta , generalizadamente respondieron que ya no dejaban el agua corriendo, la abrían menos tiempo , juntaban agua en una lavaza o que abrían el grifo lo más mínimo posible.

5.5.3 Requerimientos de Visualización

La implementación de este prototipo inicial no solo permitió determinar los indicadores de rendimientos clave del proyecto y validar el impacto que esta visualización puede producir en los usuarios, igualmente el dispositivo, muy básico en diseño, sirvió como ayuda para determinar los requerimientos que el sistema final debe cumplir. Se les preguntó los encuestados qué ámbitos consideraban eran necesarios mejorar para permitir una mejor visualización de la cantidad de litros consumidos (Figura 57) y se logró determinar que la implementación de colores que otorguen un feedback al usuario sobre el consumo de agua era el punto más relevante, seguido por un dashboard que demuestre la información de consumo y la inclinación de la pantalla que permita un ángulo más cómodo de visión. Todos estos puntos fueron tomados en cuenta para la propuesta solución.

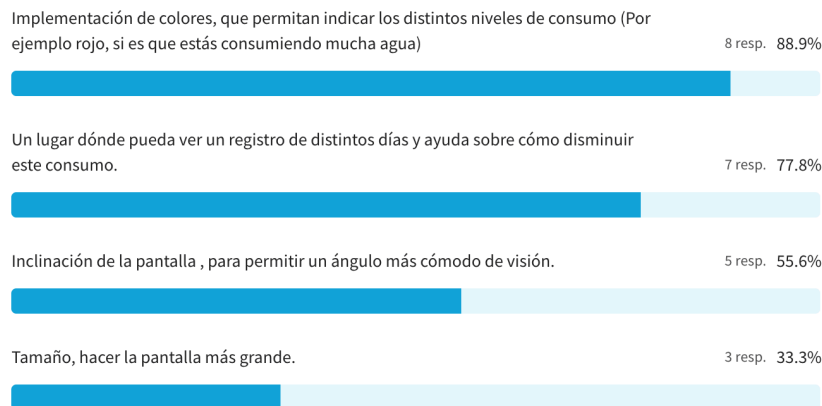


Figura 57 - Mejoras del prototipo inicial
Fuente: Elaboración Propia

5.5.3 Bocetos iniciales

Para darle forma al proyecto, se comenzó con distintos bocetos (Figura 58) , fueron el primer paso de definición de forma que tendría este sistema para permitir la recolección de datos de consumo, tomando en cuenta los descubrimientos anteriores.

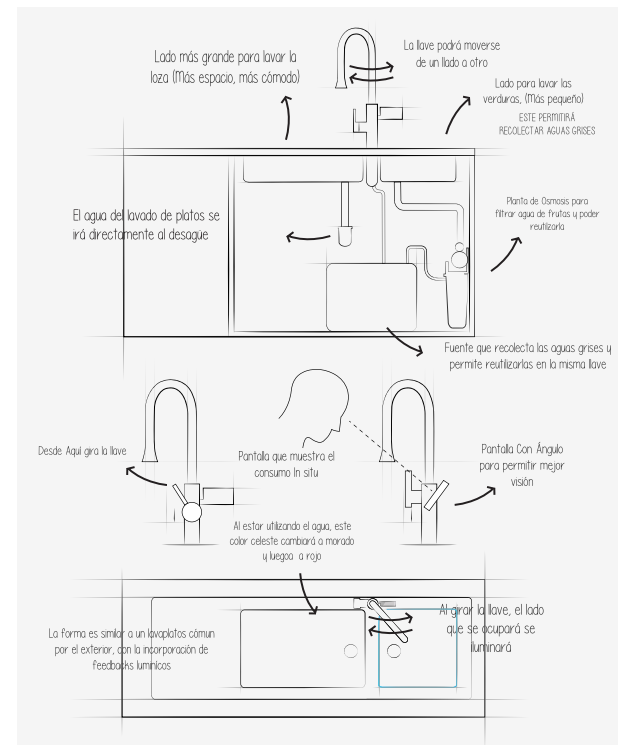


Figura 58 - Bocetos y anotaciones Iniciales
Fuente: Elaboración Propia

5.5.5 Desarrollo de Prototipo 3D

Con la primera intuición de la forma de este espacio nuevo de lavado de platos dentro de la cocina, se inició la etapa de prototipado 3D. Para esto, se utilizó el programa Fusion 360 comenzando el modelado en sus distintos niveles. En primera instancia, se modeló la forma que tendría la llave (Figura 59), donde iría la pantalla para la visualización y otros aspectos técnicos como tamaño y ángulo.

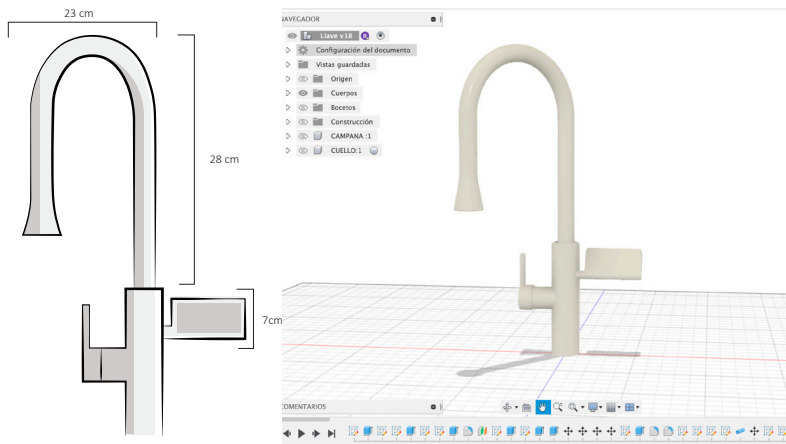


Figura 59 - Modelado 3D de llave
Fuente: Elaboración Propia

Luego, se prosiguió a modelar lo que sería el lavaplatos, lugar donde va inserta esta llave. Se consideró el espacio necesario para la incorporación del sistema de filtración y reutilización de agua.

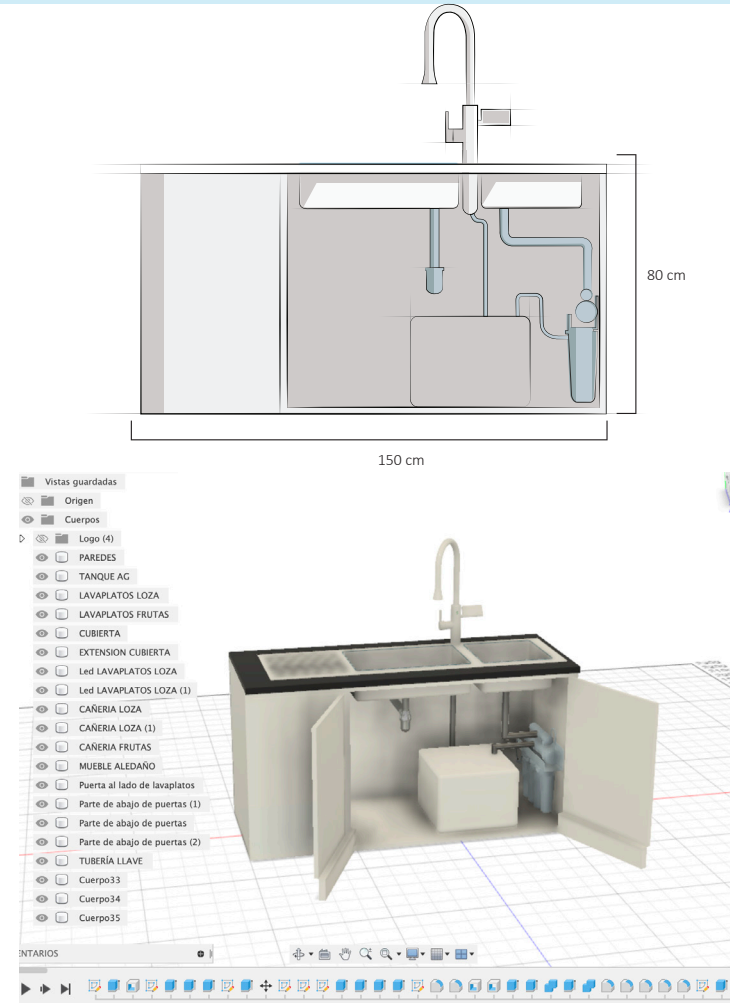


Figura 60 - Modelado 3D de lavaplatos
Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente, se procedió a modelar el entorno dónde este sistema estaría emplazado, es decir, una cocina. Esta cocina debía ser pequeña, ya que la solución está pensada principalmente para ser implementada en departamentos los cuales suelen contar con espacios más reducidos.

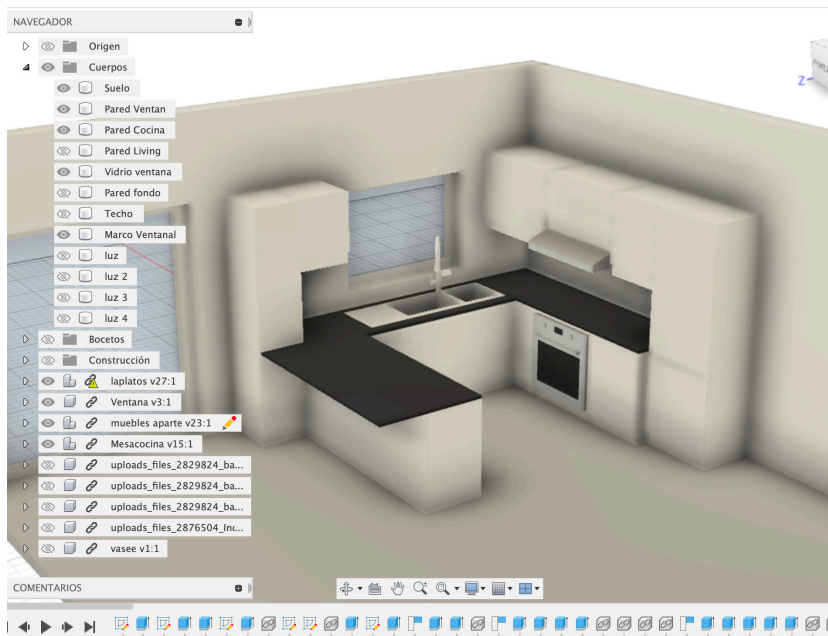


Figura 61 - Modelado 3D del entorno
Fuente: Elaboración Propia

Estos prototipos son los que se consideran como parte del hardware del sistema solución, ya que es a través de el por el cual se adquirirán los datos de consumo y de reutilización de agua.

5.5.6 Visualización de Datos

Antes de comenzar el desarrollo de la visualización de datos, se consideró la entrevista con una especialista en el área (Anexo 3) para conocer mejor el comportamiento de los usuarios y las metodologías de trabajos al momento de tratar con datos para su posterior visualización.

Pamela Aranguiz es diseñadora de productos de exploración de datos en Walmart. Actualmente desempeña labores principalmente de experiencia de usuario y de mejoras a las distintas plataformas de la página web de los supermercados Lider, los cuales son llevados a cabo tomando en cuenta la información levantada por distintos datos. Por motivos de privacidad, Pamela no pudo compartir mucha información específica de su trabajo, sin embargo a grandes rasgos y con respecto a su experiencia, los insights más importantes rescatados de la conversación y lo más relevante a considerar para la visualización correspondieron a:

Una vez adquiridos los datos, se debe considerar que no todos los datos son útiles para el usuario final. Debemos jerarquizar y clasificar los datos para utilizarlos de la mejor manera posible.

La conducta sí se puede cambiar cuando las visualizaciones y las interacciones de una interfaz son llevadas a cabo de la manera correcta, siempre pensando en el usuario por delante.

No existe una forma específica o reglas para armar una visualización. La constante y prácticamente interminable iteración de las visualizaciones es la mejor manera para lograr visualizaciones adecuadas y efectivas.

Tras escuchar la propuesta, Pamela comentó que ella consideraba importante agregar a esta visualización una interacción con el entorno, porque puede que la visualización por sí sola no sea eficiente para que efectivamente exista un cambio de conducta en los usuarios y por ende una disminución en el consumo.

5.5.7 Concepto de Marca

Al momento de desarrollar un proyecto, generar una identidad de marca que representara la imagen del proyecto es de suma importancia. Para esto, tras una larga búsqueda de nombres, se optó por "WIOT" que nace de la fusión de *Water* y IoT referente al internet de las cosas.

5.5.6.1 Paleta de Colores

Primero se definió una paleta de colores. El principal requerimiento esto era que fuese un color llamativo y relacionado directamente al agua. Además, sumado a los colores sólidos, se determinaron gradientes que permiten dar un tono más *Smart* a la marca.



Figura 62 - Colores primarios y gradientes
Fuente: Elaboración Propia

5.5.6.2 Logo

Para el logo, se optó por una figura simple y muy relacionada al agua. La forma de gota en su interior contiene la W de WIOT, con terminaciones rectas que le dan solidez y estructura al logo.



Figura 63 - Logo WIOT
Fuente: Elaboración Propia

5.5.8 Desarrollo de Visualización

5.5.8.1 UI KIT

Una vez determinados los colores primarios y el logo, se generó el Kit de interfaz de usuario (Figura 64), con los componentes necesarios para elaborar las interfaces tanto de la llave como de la aplicación móvil. La importancia de implementar un sistema de interfaz radica en que es posible así generar interfaces coherentes entre ellas y agradables a la vista. Además se determinó la tipografía a utilizar con sus distintos tamaños y estilos.

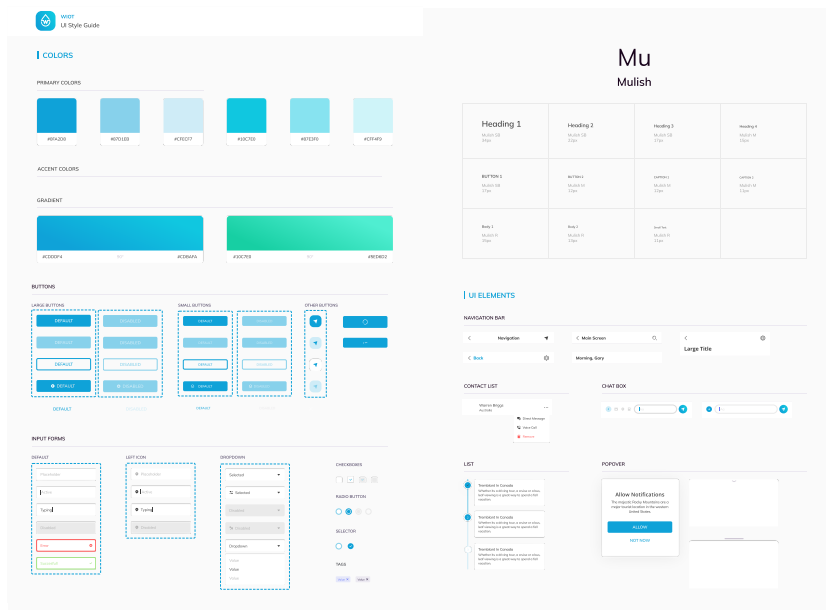


Figura 64 - Kit de interfaz de usuario (UI KIT)
Fuente: Elaboración Propia

5.5.8.2 Interfaz Llave

Una vez seleccionados los colores identificadores de la marca y su UI KIT, se procedió a la construcción de la pantalla de visualización ubicada en el costado de la llave. Para esto, se utilizó el software de Figma.

Esta pantalla constaba con tres requerimientos; Debe existir un contador que funciona comienza a correr al momento en que la llave es abierta, también debe indicar los litros consumidos a lo largo del día y por último, debe permitir la visualización de la cantidad de agua que ha sido reutilizada igualmente. Para lograr visualizar este prototipo de interfaz, se utilizó un iPhone 8.

Lo primero fue determinar cómo se vería la pantalla de esta llave en *Stand by*, de modo que el usuario pudiese acceder a los datos y a la información de consumo sin necesidad de que la llave esté en uso. (Figura 65) Para aquello, se determinó que los elementos necesarios para esta pantalla corresponden a 4: Consumo acumulado del día, consumo acumulado del mes, Gráfica de consumo del mes la cual es interactiva, pudiendo acceder fácilmente a la información de meses anteriores y finalmente como detalle, la hora del día. Una vez la persona abre la llave, aparece el contador.

Asimismo, esta pantalla cuenta con un menú para cambiar a la modalidad de Reutilización de agua, dónde aparece la misma diagramación e información pero con los datos correspondientes a la reutilización del recurso gracias al sistema.



Figura 65 - Pantalla Stand by
Fuente: Elaboración Propia

Una vez el usuario abre la llave, la pantalla cambia y aparece el contador de litros. (Figura 66) Para la forma del contador, posiblemente el elemento más relevante de esta pantalla, tenía que ser llamativo y el elemento de mayor jerarquía en la pantalla. Este contador entonces, muestra claramente el número de litros que se están llevando consumidos, iniciando en una gradiente de color azul característico de la marca, para que a medida que la llave permanece abierta, este comience a cambiar de color hacia un rojo vibrante, de manera que el usuario entienda gráficamente que su consumo está siendo elevado.



Figura 66 - Pantalla con contador
Fuente: Elaboración Propia

Al igual que en la pantalla de stand by, esta mostrará los datos correspondientes a la reutilización de agua cuando este modo sea activado. Cambiando a los mismos colores que la pantalla de stand by, sólo que en vez de mostrar un aumento del consumo mostrará un aumento de la cantidad de litros reutilizados.

5.5.8.4 Interfaz Aplicación

Como el UI kit ya estaba definido, posterior al sitemap se procedió a diseñar los frames principales de la aplicación. Para esto, se utilizó la técnica del *wireframing*, donde las pantallas más importantes de la aplicación se diagraman en baja fidelidad a modo de guía para el posterior diseño de cada vista.



Figura 70 - Wireframes app
Fuente: Elaboración Propia

Luego, se continuó con el diseño de las vistas de la aplicación, aplicando los componentes determinado en el UI Kit, dejando los frames principales de la aplicación luciendo de esta manera.

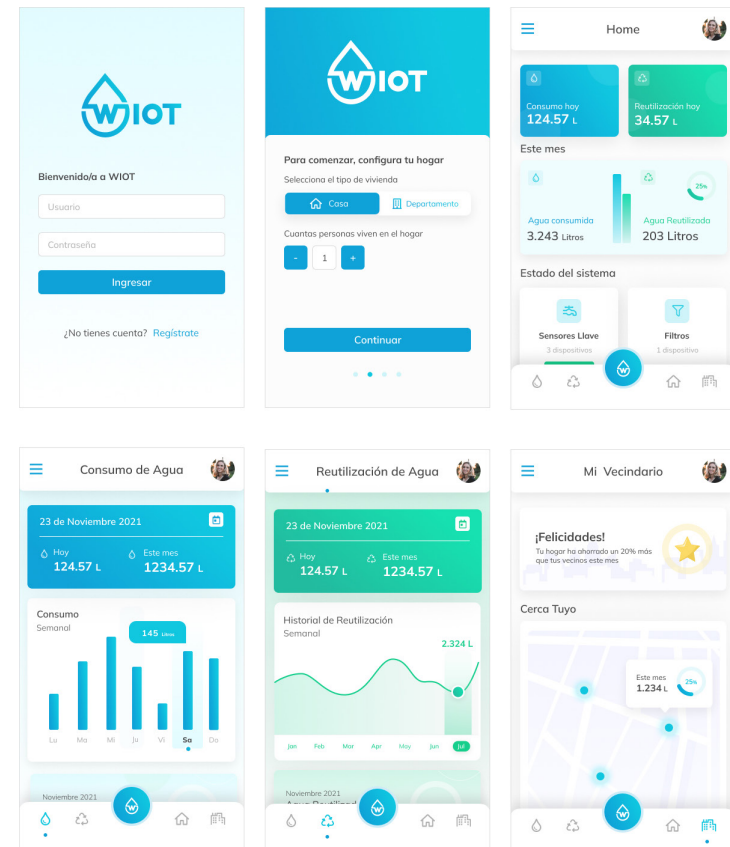


Figura 71 - Frames de la app
Fuente: Elaboración Propia

Con las pantallas ya armadas, pasamos a la etapa de prototipado. Figma funciona como una herramienta para prototipar muy poderosa, permitiendo simular flujos de la aplicación de manera muy real. Para lograr esto, es necesario establecer links entre los distintos componentes y pantallas, para que al momento de visualizar el prototipo en el telefono este funcione de la forma más real posible.

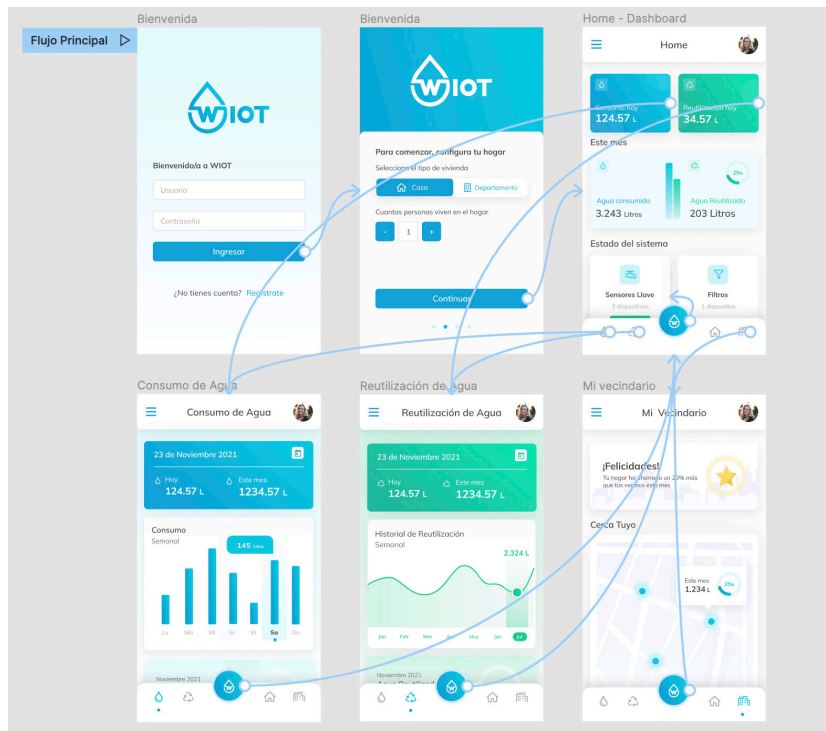


Figura 72 - Proceso de prototipado de flujos
Fuente: Elaboración Propia

5.5.9 Renders

Para finalizar el proceso de representación gráfica de la propuesta, con el programa Keyshot , un motor de render que permite imágenes generadas por computadora de alta calidad, se procedió a elaborar los distintos render de la propuesta para poder representarla de la mejor manera posible. Estos Renders permiten entender de mejor forma las partes que conforman el sistema y sirven como un gran complemento para lograr transmitir el concepto solución.

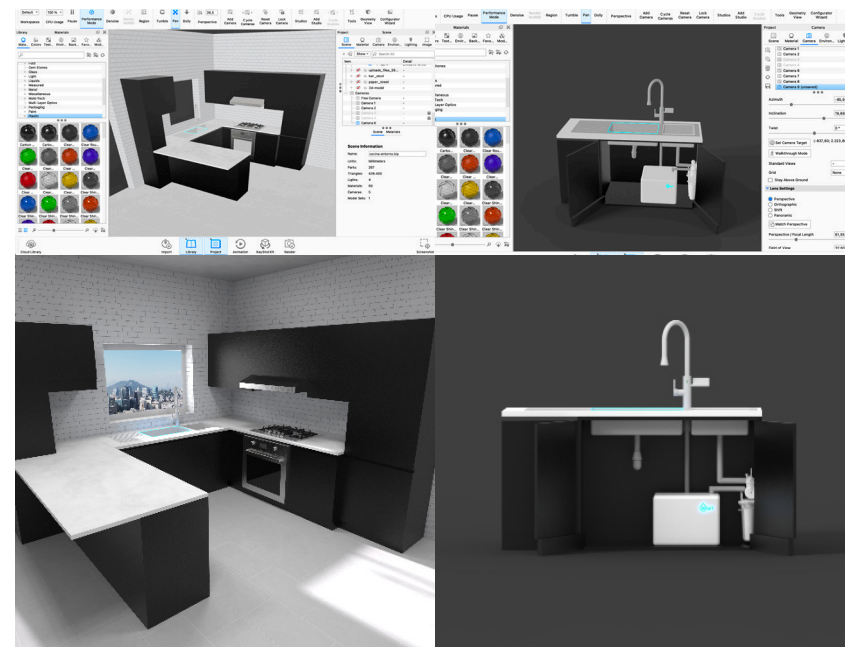


Figura 73 - Proceso de renderizado
Fuente: Elaboración Propia

5.6 TESTEO Y VALIDACIÓN

5.6.1 Testeo de Visualización in Situ

Para determinar la efectividad de la visualización in situ, se testeó con 3 usuarios distintos de 24, 53 y 62 años. Para esto, se diseñó en 3D y se imprimió un adaptador que permitió emplazar el telefono a un costado de la llave (Figura 74), simulando el lugar y posición dónde estaría la llave, como se puede apreciar en el prototipo tridimensional de la propuesta.

El testeo consistió en lo siguiente: El usuario abre la llave, y esta animación del contador comienza a correr, mostrando los números y cambiando de color simulando estar haciéndolo de manera real.

Posterior a esto, el usuario debe analizar la interfaz, tamaños y colores, para responder a 3 preguntas básicas: ¿Entiendes la información que se muestra en la pantalla? ¿Los colores son llamativos? ¿Qué cambiarías de la interfaz?

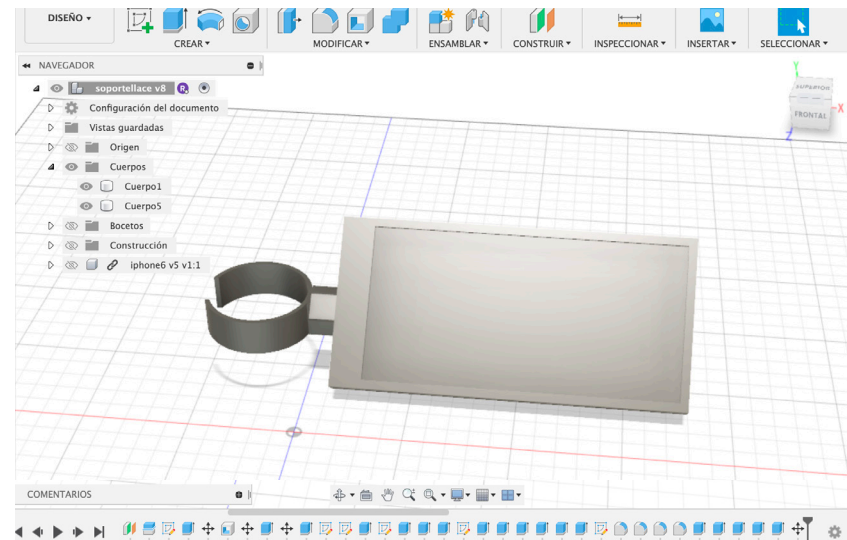


Figura 74 - Adaptador para Llave
Fuente: Elaboración Propia

La animación que se le presentó al usuario corresponde a los siguientes Key frames:



Figura 75 - Keyframes de animación de pantalla
Fuente: Elaboración Propia



Figura 76- Testeo de la visualización in situ
Fuente: Elaboración Propia

5.6.1.1 Iteraciones de la Vista

Según el feedback recibido, los principales problemas y sugerencias que expresaron los usuarios se resumen en:

“Yo que tengo problemas de visión, me cuesta leer un poco”

“Como que la pantalla roja no es tan llamativa, creo que le falta más color”

“Cuando la pantalla está cómo en stand by me cuesta leer un poco”

“Agrandaría la parte dónde sale los litros acumulados, está muy chica”

“El tamaño de la pantalla está bien, creo que más grande molestaría”

“Me gusta que te indique con colores, porque así es más llamativo”

“Me gusta mucho que cambie de color, es llamativo eso”

“Entiendo perfecto lo que significa cada cuadradito de la pantalla”

Con este feedback, se procedió a iterar en las vistas y en la forma de mostrar la diagramación. Los principales cambios fueron: Se aumentó el tamaño de las tipografías, se eliminó la tarjeta que grafica el consumo al momento que aparece el contador para darle más visibilización al consumo acumulado, resultando las nuevas pantallas de la siguiente manera:



Pantalla Inicial



Iteración

Figura 77- Iteración de pantalla Stand by
Fuente: Elaboración Propia

Para la iteración de la pantalla de Stand By, cambiaron los tamaños de la tipografía en 4 puntos, así como también el tamaño de la

gráfica que muestra el consumo de los 6 meses y el color Gris se volvió un tono más oscuro.

La siguiente iteración fue en la pantalla del contador al momento de abrir la llave. Se eliminó el gráfico del historial ya que quitaba prioridad al consumo acumulado y espacio en la pantalla. Asimismo, se agrandó en 10 puntos el contador, para darle a ún más visibilidad.



Pantalla Inicial



Iteración

Figura 78- Iteración pantalla contador
Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se iteró con los colores de los contadores, volviendo estos más fuertes y llamativos. Se optó por gradientes monocromáticas de modo que fuese más notorio el cambio de color a medida el medidor avanza.



Primera Propuesta

Iteración

Figura 79- Iteración colores de contador
Fuente: Elaboración Propia

5.6.2 Validación

Victor Meneses, arquitecto de la universidad católica, con más de 20 años de experiencia laboral y actual jefe de proyectos de INCONAC, fue entrevistado ([Anexo 4](#)) para comprender la factibilidad de implementación de un proyecto de este tipo en la industria inmobiliaria así como también conocer las tendencias del mercado para determinar los niveles de factibilidad del proyecto.

Los insights más relevantes que conversamos se resumen en los siguientes:

Actualmente en cuanto a los subsidios, se utilizan mucho para subvencionar tecnologías principalmente de paneles solares o sistemas de calefacción, pero en cuanto al agua todavía no existen subsidios enfocados hacia esa área.

Como usuario particular del subsidio sirve obtener viviendas de este tipo. Pero es difícil que una inmobiliaria tome una innovación así sola por su cuenta, debe existir un incentivo gubernamental detrás.

Hace falta armar mecanismos por parte del estado que incentiven a la inmobiliaria a generar este tipo de proyecto. Como no es económicamente rentable algo a gran escala (industrial, por ejemplo), no se justifica, pero si fuese una solución de fácil implementación y que efectivamente genere un impacto puede resultar más factible.

Una persona al recolectar o reutilizar agua puede generar un excedente que teóricamente se puede vender. Eventualmente se genera un sistema paralelo que incentive el uso o retorno de agua grises. En vez de obligar por ley, es dar incentivos, devolver al usuario el valor de costo de producción, no valor de venta y así disminuir el gasto final del mes.

Finalmente al gobierno le puede convenir aportar a este tipo de innovaciones porque evidentemente es mucho menos costoso utilizar el agua residual que tener que cavar un pozo nuevo para acceder al recurso, por lo que para el estado esto puede ser importante. A nivel privado es difícil que las inmobiliarias vean el valor por sí solas.

Se concluye entonces, que la introducción de WIOT al mercado no sería del todo sencilla, si no va de la mano con un apoyo estatal fuerte. Y para el modelo de negocios, los incentivos deben estar presentes para poder motivar la adopción del sistema. De todos modos, la falta o poca innovación en el ámbito del recurso hídrico, al contrario del ámbito de la electricidad, aún no ha sido explotado por lo que el proyecto podría funcionar como pionero en el área. Sin embargo, si el valor de la solución se comunica exitosamente las partes interesadas podrían ver gran utilidad e importancia en la aplicación del proyecto.

6

PLAN DE EJECUCIÓN

6.1 Bussines Model Canvas

A continuación, se detalla el modelo de negocios de lo que sería el sistema solución de WIOT.

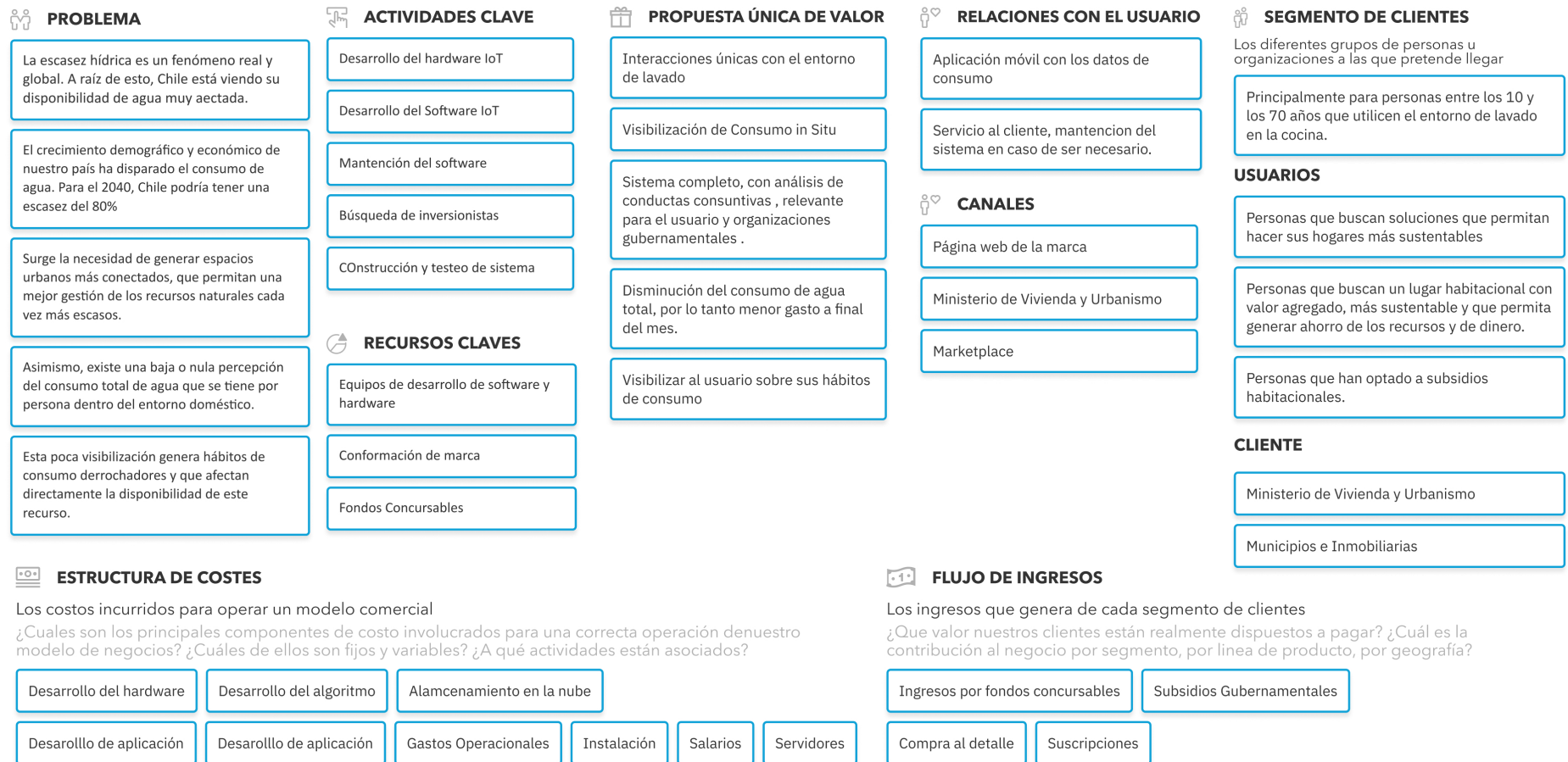


Figura 80 - Business Model Canvas
Fuente: Elaboración Propia

6.2 PESTLE

Esta herramienta se utiliza para identificar los factores externos que influyen sobre una empresa o negocio y que pueden afectar su desarrollo y evolución. Para WIOT el PESTEL corresponde al siguiente diagrama.

<p>P POLÍTICO</p>	<p>En Chile no existen políticas que obliguen la utilización de dispositivos de ahorro de agua así como tampoco existe mayor repercusión para quienes malgasten el agua.</p>	<p>E ECONÓMICO</p>	<p>Debido a que el usuario estaría consumiendo menos agua, esto podría chocar directamente con los intereses de las empresas que administran este recurso.</p>
<p>S SOCIAL</p>	<p>Existe conciencia por el cuidado de los recursos naturales, sin embargo es un porcentaje menor de la población quienes se preocupan realmente por el problema.</p>	<p>T TECNOLÓGICO</p>	<p>La gestión de la tecnología necesaria para levantar el proyecto puede que requiera ser elaborada en el exterior, lo que aumentaría el costo del proyecto.</p>
<p>E ECOLÓGICO</p>	<p>La energía necesaria del servidor para mantener la información en la nube es un factor importante de considerar al medir el impacto de la propuesta.</p>	<p>L LEGALES</p>	<p>No existen leyes que exijan a las nuevas edificaciones la implementación de innovaciones de este tipo, aún cuando la necesidad es evidente.</p>

6.3 TAM SAM SOM

Para poder ejecutar una evaluación financiera, lo primero es determinar el mercado que podría adquirir nuestro producto/servicio. Para aquello, es necesario determinar el mercado total (TAM), posteriormente el mercado disponible (SAM) y finalmente el mercado accesible (SOM). Para este modelo de negocios basado principalmente en la subvención del estado para la aplicación de innovaciones dentro del hogar, siguiendo el modelo actual con la subvención de paneles solares por ejemplo, nuestro mercado total correspondería a la cantidad total de subsidios, específicamente el subsidio ds19 donde los usuarios beneficiados obtienen una vivienda ya construida. Considerando que el sistema WIOT sería implementado por cada vivienda, en primera instancia el TAM, SAM, SOM corresponden a los siguientes:

TAM: Corresponde a la totalidad de subsidios que se dan en Chile al año, de todos los tipos. Esto corresponde a un total de **181.225 viviendas**

SAM : Corresponde a la cantidad de subsidios solo de tipo ds19, lo que es igual a **47.904 viviendas**

SOM: Corresponde solo a la cantidad de subsidios ds19 otorgados en la región metropolitana, lo que es igual a **8.813 viviendas**

Elaborado con datos obtenidos de Ministerio de vivienda y urbanismo. (MINVU, 2020a, 2020b, 2021)

6.4 Evaluación Financiera

Con los datos anteriores, y considerando una entrada al mercado por la subvención de la implementación de WIOT a un complejo habitacional de 150 viviendas en la región metropolitana, podemos elaborar una evaluación financiera preliminar, que resulta de la siguiente manera:

Al realizar el análisis de contable de VAN y TIR en los primeros tres periodos, obtenemos un VAN menor a 0 un TIR con porcentaje superior a 0. Este resultado se puede interpretar de la siguiente forma; Se logra recuperar la inversión en los 3 primeros periodos pero la rentabilidad es menor a la exigida, sin embargo, si se observa el Flujo de Caja de los periodos, se ve una importante alza en el tercer periodo que se debiera replicar en un cuarto periodo, permitiendo así una rentabilidad superior a la exigida, convirtiéndose así en un proyecto rentable para sus inversionistas desde el cuarto periodo en adelante.

			Periodos	Ventas Estimadas
Flujo de Caja (CLP)	Precio unitario (por contenedor)	\$ 370.000	Año 1	150
	Costo directo unitario	\$ 281.100	Año 2	400
			Año 3	1000
	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
INGRESOS				
Ventas en pesos	No llenar	\$ 55.500.000	\$ 148.000.000	\$ 370.000.000
Costo de ventas (directos)	No llenar	\$ 42.165.000	\$ 112.440.000	\$ 281.100.000
Margen bruto	No llenar	\$ 13.335.000	\$ 35.560.000	\$ 88.900.000
Margen bruto %	No llenar	24,03%	24,03%	24,03%
Total ingresos por ventas -costos de ventas	No llenar	\$ 13.335.000	\$ 35.560.000	\$ 88.900.000
COSTOS INDIRECTOS / GASTOS				
Sueldos	No llenar	\$ 20.000.000	\$ 21.060.000	\$ 22.176.180
Arriendo minibodega	No llenar	\$ 4.200.000	\$ 4.422.600	\$ 4.656.998
Diseño web (mantenimiento econm)	No llenar	\$ 2.500.000	\$ 2.632.500	\$ 2.772.023
Desarrollo	No llenar	\$ 30.000.000		
Servicios profesionales	No llenar	\$ 6.300.000	\$ 6.633.900	\$ 6.985.497
TOTAL EGRESOS	No llenar	\$ 63.000.000	\$ 34.749.000	\$ 36.590.697
CF	\$ -	-\$ 49.665.000	\$ 811.000	\$ 52.309.303

VAN	TIR
-\$7.634.461,75	3,45%

VAN =Valor Actual Neto
TIR = Tasa Interna de Retorno

TASA DE DESCUENTO	14,00%
--------------------------	---------------

Figura 81 - Evaluación financiera
Fuente: Elaboración Propia

6.5 Road Map y Escalabilidad

En el siguiente Roadmap , se presentan una serie de hitos a alcanzar dentro de los próximos años de desarrollo del proyecto. Cabe mencionar que un roadmap no es lineal, sin embargo sirven como guía para determinar los pasos a seguir y la escalabilidad del proyecto.

Con respecto a la escalabilidad, esta viene dada principalmente por la ampliación de la gama de productos del sistema , permitiendo abarcar más áreas del entorno doméstico y extendiendo el alcance del sistema WIOT.



Figura 82 - Road Map
Fuente: Elaboración Propia

7

CONCLUSIÓN

CONCLUSIÓN

La sequía en Chile y el mundo es evidente. Con el consumo mundial de este recurso creciendo a un ritmo aproximado de un 1% al año, las proyecciones futuras con respecto a su disponibilidad no son alentadoras y eso es irrefutable. Sin embargo, las nuevas tecnologías nos han dado la oportunidad de generar soluciones que nos permitan conformar espacios urbanos más sustentables, con el objetivo de alcanzar el desarrollo de una ciudad inteligente en todos sus dominios. Tras la detección del problema oportunidad, la metodología de diseño aplicada para corroborar la validez de este, demostró no sólo la real existencia de un problema a nivel doméstico, sino también un problema a nivel de gestión generalizada de los recursos naturales.

Se demostró que los usuarios potenciales al momento de utilizar el recurso hídrico en sus hogares, no presentan la completa noción del impacto que sus hábitos de consumo tienen, es por esto que el concepto solución propuesto a lo largo de este documento, basa su concepción como una propuesta que responde a los requerimientos de una ciudad inteligente, donde el objetivo de mitigar los efectos que esta conducta desmedida o poco controlada de los usuarios con respecto al recurso hídrico, sea una prioridad.

WIOT se emplaza entonces, como un sistema que responde a las necesidades de la sociedad contemporánea y propone una respuesta a las distintas necesidades que una ciudad inteligente necesita. WIOT responde de la siguiente manera a estos requerimientos: En tecnología, gracias a la incorporación del internet de las cosas en la rutina cotidiana. En Gestión de recursos

prever situaciones de escasez y permitir una mejor administración del recurso en espacios urbanos. En comunidad, para propiciar entornos urbanos más concientes y colaborativos con un objetivo en común. Y en lo político, ya que la incorporación de sistemas de esta índole, pueden generar información importante para la toma de decisiones de las instituciones gubernamentales a cargo.

Sin embargo, la adopción de sistemas de este tipo no es sencilla, mientras no exista un fuerte apoyo gubernamental para fomentar el desarrollo de este tipo de innovaciones y la adopción de tecnologías que permitan generar espacios urbanos más conectados. Es necesario por tanto, incorporar rápidamente esta temática en la agenda política. El potencial de WIOT no solo es aplicable al entorno doméstico de la cocina, es fácilmente escalable a todas las fuentes de agua existentes dentro del hogar, haciendo de esta una propuesta con gran potencial de impacto. Al mismo tiempo, es fácilmente extrapolable como una herramienta de control de distintos recursos naturales, como la luz y el gas. Por tanto, continuar explorando estos ámbitos de desarrollo sugiere una importante línea de continuidad de este proyecto.

Por todo lo anterior en su conjunto, WIOT se postula como una herramienta que permita a las grandes ciudades avanzar hacia lo inteligente de la mano de la tecnología IoT. Porque finalmente, con WIOT podemos mejorar la calidad de vida de las personas, prever el desabastecimiento de agua para los tiempos de escasez hídrica y aún más importante, cuidar el recurso para todas las generaciones que están por venir.

8

REFERENCIAS

REFERENCIAS

A

- Al-hader, M., & Rodzi, A. (2016). The smart city infrastructure development & monitoring THE SMART CITY INFRASTRUCTURE Theoretical and Empirical Researches in Urban Management. *Theoretical and Empirical Research in Urban Management*, 2(11), 86–94.
- Al-Hader, M., Rodzi, A., Sharif, A. R., & Ahmad, N. (2009). Smart city components architecture. *CSSim 2009- 1st International Conference on Computational Intelligence, Modelling, and Simulation*, 93–97. <https://doi.org/10.1109/CSSim.2009.34>
- Alawadhi, S., Aldama-Nalda, A., Chourabi, H., Gil-Garcia, J. R., Leung, S., Mellouli, S., Nam, T., Pardo, T. A., Scholl, H. J., & Walker, S. (2012). Building understanding of smart city initiatives. *Lecture Notes in Computer Science (Including Sub-series Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 7443 LNCS, 40–53. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33489-4_4
- Albalawneh, A., & Chang, T.-K. (2015). Review of the Greywater and Proposed Greywater Recycling Scheme for Agricultural Irrigation Reuses. *International Journal of Research -GRANTHAALAYAH*, 3(12), 16–35. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v3.i12.2015.2882>
- Alcalá, F. (2015). La Hidrosfera Terrestre 1º.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Azócar, P. (CNN C. (2018). Gastar mucha agua sale caro en verano: Todo lo que tienes que saber sobre el sobreconsumo. https://www.cnnchile.com/pais/gastar-mucha-agua-sale-caro-en-verano-todo-lo-que-tienes-que-saber-sobre-el-sobreconsumo_20181203/

B

- Bartram, L. (2015). Design Challenges and Opportunities for Eco-Feedback in the Home. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 35(4), 52–62. <https://doi.org/10.1109/MCG.2015.69>
- Becerra, A. (2019). Gestión de Sequías y Lluvias en la Región Metropolitana de Santiago: Recomendaciones para un Nuevo Rumbo. 24. <https://www.nrdc.org/es/resources/gestion-sequias-lluvias-region-metropolitana-santiago-recomendaciones-nuevo-rumbo>
- Blanco, F. (1999). Fuentes de agua y Métodos de riego. In *Manejo y Fertilidad de Suelos INIA La Estanzuela* (Issue 1996).
- Boyjoo, Y., Pareek, V. K., & Ang, M. (2013). A review of greywater characteristics and treatment processes. *Water Science and Technology*, 67(7), 1403–1424. <https://doi.org/10.2166/wst.2013.675>

Bronstein, Z. (2009). Industry and the smart city. *Dissent*, 56(3), 27–34. <https://doi.org/10.1353/dss.0.0062>

C

C40 cities. (2018). Restoring the Flow.

Cheng, T.-K., Wu, J.-L. C., Yang, F.-M., & Leu, J.-S. (2010). Securing cognitive radio networks. *International Journal of Communication Systems*, 23(5), 633–652. <https://doi.org/10.1002/dac>

Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., & Scholl, H. J. (2012). Understanding smart cities: An integrative framework. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2289–2297. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>

Cooley, H., Ajami, N., Ha, M., Srinivasan, V., Morrison, J., Donnelly, K., & Christian-Smith, J. (2013). *Global Water Governance in the 21st Century*.

Costa, R. (2017). Realidad del Agua en Chile: ¿Escasez o falta de infraestructura? Una Afenda de Modernización Del Estado.

D

Damania, R., Desbureaux, S., Rodella, A.-S., Russ, J., & Zaveri, E. (2019). *Quality Unknown*.

Design Council. (2010). *Innovation by design. Best Practice: Process Innovation Management*, 104–138.

Design Council. (2020). What is the framework for innovation? Design Council’s evolved Double Diamond. <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>

DGA. (2017). Actualización del Balance Hídrico Nacional. SIT N° 417, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Santiago, Chile, Realizado Por: Universidad de Chile & Pontificia Universidad Católica de Chile, 378. <https://snia.mop.gov.cl/sad/REH5796v1.pdf>

Diario El Mercurio. (2020). CONSUMO DE AGUA PROMEDIO POR PERSONA EN CHILE SUPERA LA MEDIA DE EUROPA, aunque está muy por debajo de la de Estados Unidos.

Donoso, G. (2018). Water Policy. In *Global Issues in Water Policy* (Vol. 21). https://doi.org/10.1007/978-3-319-76702-4_3

E

Ehrhardt-Martinez, K., Donnelly, K. A., & Laitner, J. A. (2010). Advanced metering initiatives and residential feedback programs: A meta-review for household electricity-saving opportunities.

Envato. (2021a). Envato Market. <https://elements.envato.com/es/earth-UDV9Z5C>

Envato. (2021b). Envato Market. <https://elements.envato.com/es/asian-hands-woman-washing-vegetables-salad-and-pre-5FR3EF8>

Eve. (2021). Eve home. <https://www.evehome.com/en/eve-aqua>

F

FCH. (2018). Radiografía del Agua. Brecha y riesgo hídrico en Chile. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

Franco, M. V. (2007). Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile. 1–142. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104596>

Fundación Telefonica, A. (2011). SmartCities: unprimerpasohacia la internetdelascosas. 110. www.conlicencia.com

G

Garcia, L., Jiménez, J. M., Taha, M., & Lloret, J. (2018). Wireless Technologies for IoT in Smart Cities. *Network Protocols and Algorithms*, 10(1), 23. <https://doi.org/10.5296/npa.v10i1.12798>

Giffinger, R., Haindlmaier, G., & Kramar, H. (2010). The role of rankings in growing city competition. *Urban Research and Practice*, 3(3), 299–312. <https://doi.org/10.1080/17535069.2010.524420>

Grizhnevich, A. (2018). IoT Architecture: Building Blocks and How They Work. <https://www.scnsoft.com/blog/iot-architecture-in-a-nutshell-and-how-it-works>

Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2013). Preguntas frecuentes Cambio climático 2013 Bases físicas Resumen para responsables de políticas. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf

H

Hambeukers, D. (Medium). (2019). The New Double Diamond Design Process Is Here. <https://medium.com/design-leadership-notebook/the-new-double-diamond-design-process-7c8f12d7945e>

Hancke, G. P., de Silva, B. de C., & Hancke, G. P. (2013). The role of advanced sensing in smart cities. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/s130100393>

Hydraloop. (2021). Hydraloop. <https://www.hydraloop.com/>

I

IEB. (2014). Iniciativa Agua que has de beber. <http://www.tinguiririca.cl/secciones/images/instructivos/16.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1,5° C. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1–24. <https://www.ipcc.ch/>

L

Lavell, A. (Departamento N. de P.-D. (2010). Gestión Ambiental y Gestión del Riesgo de Desastre en el Contexto del Cambio Climático: Una Aproximación al Desarrollo de un Concepto y Definición Integral para Dirigir la Intervención a través de un Plan Nacional de Desarrollo.

Ligtvoet, W. (PBL), & Hilderink, H. (PBL). (2014). Towards a world of cities in 2050 An outlook on water- related challenges- Background report to the UN-Habitat Global Report. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/PBL_2014_Towards_a_world_of_cities_in_2050_1325.pdf?utm_source=DMdelivery&utm_medium=email&utm_content=download_het_rapport (Engelsta&utm_campaign=PBL-nieuwsbrief 6 oktober 2014

Lynn, L. E., Heinrich, C. J., & Hill, C. J. (2000). Studying Governance and Public Management: Challenges and Prospects. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 10(2), 233–261. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jpart.a024269>

M

Mazahreh, L. (TED). (2017). 3 thoughtful ways to conserve water. https://www.ted.com/talks/lana_mazahreh_3_thoughtful_ways_to_conserve_water/transcript

Midway, S. R. (2020). Principles of Effective Data Visualization. *Patterns*, 1(9), 100141. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100141>

Ministerio de Obras Públicas. (2020). Mesa nacional del agua: Primer informe. Ministerio de Obras Públicas (MOP) Del Gobierno de Chile, 29. https://www.mop.cl/Prensa/Documents/Mesa_Nacional_del_Agua_2020_Primer_Informe_Enero.pdf

MINVU. (2020a). Antecedentes. 1–22.

MINVU. (2020b). Nómina de proyectos seleccionados 2° cierre.

MINVU. (2021). NÓMINA DE PROYECTOS SELECCIONADOS 1 ° CIERRE (Actualización según Resolución Exenta N ° 128 , (V . y U) , de fecha 08 . 02 . 2021) REGIONES DE O ´ HIGGINS , MAULE , ÑUBLE , BIOBÍO , LA ARAUCANÍA , LOS RÍOS Y LOS LAGOS. 2020–2022.

MOP. (2015). Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015. Gobierno de Chile, 104.

N

Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>

O

OECD. (2012). OECD Environmental Outlook to 2050. http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-outlook-to-2050_9789264122246-en

OECD. (2018). Gaps and Governance Standards of Public Infrastructure in Chile: Infrastructure Governance Review. In Oecd. https://www.oecd-ilibrary.org/governance/gaps-and-governance-standards-of-public-infrastructure-in-chile_9789264278875-en

ONU. (2015). Objetivo 6. Agua Limpia Y Saneamiento: Por Que Es Importante. Sustainable Development Goals, 1–2. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/6_Spanish_Why_it_Matters.pdf

P

Pinto, F. (2019). Cambio climático en Chile : del desafío global a la oportunidad local. Friedich Ebert Stiftung, Chile.

Q

Qin, X., Luo, Y., Tang, N., & Li, G. (2020). Making data visualization more efficient and effective: a survey. *VLDB Journal*, 29(1), 93–117. <https://doi.org/10.1007/s00778-019-00588-3>

Quezada, F. S. (2017). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. *Agricultura Chilena, Reflexiones y Desafíos Al 2030*, 11, 147–178. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/cambioClim12parte.pdf>

R

Raureif GmbH. (2021). The Virtual Water Project. <http://virtualwater.eu/>

Rghioui, A., Sendra, S., Lloret, J., & Oumnad, A. (2016). Internet of Things for Measuring Human Activities in Ambient Assisted Living and e-Health. *Network Protocols and Algorithms*, 8(3), 15. <https://doi.org/10.5296/npa.v8i3.10146>

Rodríguez, C., Sánchez, R., Lozano-Parra, J., Rebolledo, N., Schneider, N., Serrano, J., & Leiva, E. (2020). Water balance assessment in schools and households of rural areas of coquimbo region, north-central chile: Potential for greywater reuse. *Water (Switzerland)*, 12(10), 1–19. <https://doi.org/10.3390/w12102915>

S

Saravia, M.; Silvia; Gil, M; Blanco, E.; Llavona, A.; Naranjo, L. (2020). Desafíos hídricos en Chile y recomendaciones para el cumplimiento del ODS 6 en América Latina y el Caribe. 198, 77.

Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N. W., Clark, D. B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B. M., Colón-González, F. J., Gosling, S. N., Kim, H., Liu, X., Masaki, Y., Portmann, F. T., Satoh, Y., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., ... Kabat, P. (2014). Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(9), 3245–3250. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222460110>

Serrano, J. (2020). CAPÍTULO 6 Reutilización de aguas grises en Chile : propuesta de implementación en comunidades rurales como alternativa de mitigación para la escasez hídrica propuesta de implementación en de mitigación para la escasez hídrica. https://politicapublicas.uc.cl/wp-content/uploads/2021/04/Cap_6.pdf

SiSS. (2011). Manual Hogar SiSS. 1–44.

SNU. (2021). Escasez Hídrica en Chile: Desafíos Pendientes. <https://chile.un.org/es/105929-escasez-hidrica-en-chile-desafios-pendientes>

Sood, G. (2021). This hydroponic planter uses water from dishwasher, washing machine, and toilet to grow plants. <https://www.yankodesign.com/2021/03/15/this-hydroponic-planter-uses-water-from-dishwasher-washing-machine-and-toilet-to-grow-plants/>

T

Tabares, L. F., & Hernández, J. F. (2014). Big Data Analytics : Oportunidades , Retos y Tendencias. 20.

Tanik, A., & Guven, H. (2017). Efficient Management of Water and Wastewater in Smart Cities : A case study for Izmir. November, 2–4.

Thukral, C. (2021). Hydraloop. <https://www.yankodesign.com/2021/01/27/this-compact-water-recycling-system-reduces-carbon-footprint-lowers-bills-mitigates-the-global-water-crisis/>

Turner, T. (2013). Save water simply. <https://www.yankodesign.com/2013/07/09/save-water-simply/>

Turner, T. (2015). Be a greener guest. <https://www.yankodesign.com/2015/12/30/be-a-greener-guest/>

Turner, T. (2017). Smart water saving for dummies. <https://www.yankodesign.com/2017/01/06/smart-water-saving-for-dummies/>

U

UNESCO. (2020). Agua y cambio climático- Datos y Cifras. WWAP En Nombre de ONU-Agua. <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2020/>

Unsplash. (2021a). Unsplash. <https://unsplash.com/photos/YpZ-2cj4s0oo>

Unsplash. (2021b). Unsplash. https://unsplash.com/photos/Vve7XkiUq_Y

V

Vörösmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J., & Lammers, R. B. (2000). Global Water Resources : Vulnerability from Climate Change and Population Growth Contemporary Population Relative to Demand per Discharge. *Science*, 289(5477), 284–288.

W

Washburn, D., & Sindhu, U. (2009). Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives. *Growth*, 17. <http://c3328005.r5.cf0.rackcdn.com/73efa931-0fac-4e28-ae77-8e58ebf74aa6.pdf>

Washburn, D., & Sindhu, U. (2009). Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives. *Growth*, 17. <http://c3328005.r5.cf0.rackcdn.com/73efa931-0fac-4e28-ae77-8e58ebf74aa6.pdf>

Water Resources Group. (2009). Charting Our Water Future. *Water*, June(3), 1–32. http://www.mckinsey.com/App_Media/Reports/Water/Charting_Our_Water_Future_Full_Report_001.pdf http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Charting+Our+Water+Future#1%5Cnhttp://www.mckinsey.com/App_Media/Reports/Water/Charting_Our_Wate

Wilke, C. O. (2019). Fundamentals of data visualization Aitor Ameztegui Data visualization.

WRI (Instituto Mundial de Recursos, por sus siglas en inglés). 2019. sitio web WRI Aqeduct. www.wri.org/aqeduct.

9 ANEXOS



9.1 Anexo 1: Encuesta Hábitos de Consumo

Hábitos de Consumo de Agua Potable en el Hogar

Hola! Estoy recopilando información sobre los hábitos de consumo de agua potable en el hogar para mi proyecto de título y estaría muy agradecida si puedes responder lo más sinceramente posible las siguientes preguntas. De antemano muchas gracias por darte el tiempo de responder!

¿Qué edad tienes?

Respuesta corta

Texto de respuesta corta

Obligatorio

¿Eres tú el/la responsable del pago de la cuenta de agua del lugar dónde vives?

Sí

No

Disponible en: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeotS_nyv8ZyGNEcl1uk2EXwXygt2o3ltI5fg0cOic113Yw3g/viewform?usp=sf_link

¿Cuanta agua crees que consume un chileno en promedio al día?

entre 50 - 80 Litros

Entre 81 - 120 Litros

Entre 121 - 150 Litros

Entre 151 - 180 Litros

Más de 200 Litros

¿Qué hábitos para el ahorro de agua aplicas actualmente en tu hogar? Selecciona todas las que apliques

Duchas cortas, inferiores a los 6 minutos

Cerrar la llave mientras me lavo los dientes, lavo la loza o la ropa

Botella de agua en el estanke del WC

Implementación de dispositivos para el ahorro de agua (Por ejemplo, cabezales de ducha para el ahorro de...

Reutilización de aguas grises (Por ejemplo, reutilizar el agua del lavamanos o de la tina)

Recolección de agua de lluvias

No tengo ningún hábito de ahorro

Otra...

9.2 Anexo 2: Encuesta Experiencia Medidor de Agua

The image shows a Typeform editor interface for a survey titled "Encuesta Experiencia Medidor de Agua".

Survey Questions (Left Sidebar):

- ¡Hola! Gracias por haber vivido est...proyecto.
- ¿Habías vivido anteriormente la... (Scale 1-10, ¿Qué tan... la llave?)
- Con respecto a la cantidad de Litr...spect...
- Una vez retirado el dispositivo. Co...aplato...
- ¿De qué manera se evidenció este cambio?
- Sobre el prototipo que fue instala...astados?
- En la fundación Chile, hacen hinc...io, 2020)
- Según lo anterior, ¿Consideras im...Por...

Endings (Bottom Left):

- A Eso es todo, Gracias por ser... encuesta.

Survey Preview (Center):

¡Hola! Gracias por haber vivido esta nueva experiencia y ser parte de este proyecto.

A continuación, te haré unas preguntas con respecto a cómo te sientes con este "nuevo conocimiento" que adquiriste al momento de experimentar con este prototipo.

Start press Enter ↵

Takes X min

[Help?](#) [Feedback](#)

Editor Settings (Right Sidebar):

- Type: Welcome Screen
- Settings: Time to complete (?)
- Button: Start (5 / 24)
- Image or video: Add

Disponible en: <https://renata308.typeform.com/to/MFeSkaFK>

9.3 Anexo 3: Entrevista Visualización de Datos

Las preguntas que se hicieron a Pamela fueron las siguientes:

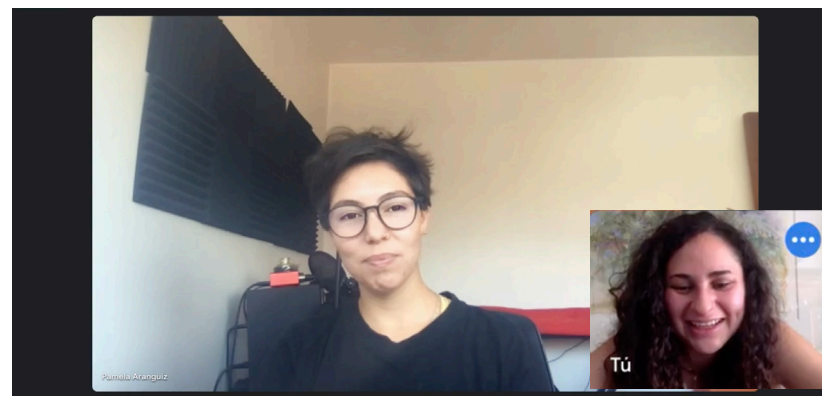
1) ¿Me cuentas sobre tu trabajo actual y cual es tu rol dentro del equipo de trabajo que conformas?

2) Sobre el diseño de productos, más específicamente aplicaciones móviles en el contexto de transmitir y visualizar información específica y de alto nivel de detalle, ¿Qué aspectos consideras que son indispensables para comunicar correctamente un mensaje al usuario ?

3) En cuanto a la Data exploration y el análisis de datos, en el área que te desenvuelves, y en el cómo se trata o se trabaja esta información una vez es recopilada.

¿Existe un proceso específico o éste se ve determinado según las características de la data con la que se está tratando?

4) Me gustaría saber tu opinión al respecto de un punto en particular y ligado a mi proyecto, ¿Crees que un buen análisis de datos y una visualización correctamente elaborada pueden generar cambios de conducta (en este caso conductas de consumo) , en los usuarios que reciben la información? ¿Qué es imprescindible para lograrlo?



Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1V2y4xkDohckEL4UHNDlpQiaSBuVfyj5j?usp=sharing>

9.3 Anexo 4 : Entrevista Arquitecto

Las preguntas que se hicieron a Víctor fueron las siguientes:

Me gustaría conocer el área en el que te desenvuelves, ¿Me cuentas sobre tu trabajo actual y cual es tu rol dentro del equipo de trabajo que conformas?

Me gustaría saber qué se está aplicando en el mercado actualmente en materia de eficiencia de consumo de agua para las nuevas edificaciones (ya sea casas o edificios) Existe algún proyecto que conozcas?

Qué tan factible ves tú que en los próximos años se implementen leyes que exijan este tipo de soluciones más sustentables a la hora de construir

Desde el punto de vista del usuario que podría eventualmente adquirir un espacio habitacional con esta tecnología incorporada, has visto una tendencia en el mercado inmobiliario hacia



Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1V2y4xkDohckEL4UHNDlpQiaSBuVfyj5j?usp=sharing>

