SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA GESTIÓN DE LA SEQUÍA DE LOS SISTEMAS DE AGUA SUBTERRÁNEA-SUPERFICIAL EN LA PATAGONIA CHILENA

DRA. TRACE GALE – CIEP - TRACEGALE@CIEP.CL
DRA. ANDREA BÁEZ - UACH

EL PROBLEMA QUE ABORDA EL PROYECTO

Patagonia-Aysén es una región extensa y variada en donde generalmente el agua se percibe como abundante, pero que está enfrentando una combinación peligrosa de factores:

- falta de conocimiento y comprensión de sus recursos naturales de agua subterránea-superficial;
- aumento lento pero constante de la temperatura del aire y disminución de las precipitaciones;
- recientes sequías hidrometeorológicas extremas, como en 2016, siendo el año más seco en el registro de 50 años en la región;
- planificación regional y urbana con claras deficiencias;
- un acelerado crecimiento en la demanda de agua y asignación de derechos.

CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

- El propósito de este proyecto es mejorar la seguridad hídrica regional:
- Comprender las interacciones entre las aguas superficiales y subterráneas en las zonas de Coyhaique Bajo y Valle Simpson, y apoyar la gestión, el monitoreo, y la gobernanza de las APRs de la zona, a través de nuevas herramientas, capacitación y programas de ciencia ciudadana.

LÍNEAS DE TRABAJO Y SUS OBJETIVOS

- **LT1: Monitoreo y Sensores** - Comprender la interacción entre niveles de agua subterránea y agua de los ríos.
- **LT2: Plataforma y alertas** – Pilotear un sistema en línea de monitoreo de los estanques de agua.
- **LT3: Hidro y modelización** - Desarrollar una herramienta de pronóstico que producirá predicciones de niveles de agua.
- **LT4: Social y educación -** Incorporar a las partes interesadas como los comités y usuarios de APR, comunidades y los estudiantes de las escuelas en las áreas de captación de las APR.

Mapas de actores

Desarrollo de instrumentos de Investigación, capacitación y educación

Interacciones participativas

1

- Reuniones iniciales
- Entrevistas con instituciones y actores claves
- Revisión de informes, estudios y proyectos anteriores
- Desarrollo/consolidación de bases de datos

2

- Revisión del estado del arte
- Desarrollo de instrumentos y protocolos
- Proceso de revisión - Comité Ético
- Reclutamiento de encuestadores
- Capacitación de encuestadores
- Pruebas piloto

3

- Encuesta de percepciones
- Actividades escolares
- Capacitaciones y Ciencia ciudadana
- Triangulación de resultados

LT4: SOCIAL Y EDUCACIÓN – INCORPORAR LOS COMITÉS Y USUARIOS DE APR, LAS COMUNIDADES Y LOS ESTUDIANTES DE LAS ESCUELAS EN LAS ÁREAS DE CAPTACIÓN DE LAS APR.

1 MAPA DE ACTORES

SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL EN CHILE

MAPA DEL SISTEMA APR

Fuentes:

- Reuniones iniciales
- Entrevistas con instituciones y actores claves
- Revisión de informes, estudios y proyectos anteriores
- Desarrollo/consolidación de bases de datos

2 DESARROLLO DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN

SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL EN CHILE

DESARROLLO DE LA ENCUESTA

- Bloque 1: Cómo los participantes utilizan el agua en su propiedad y cómo ven el estado de los recursos hídricos en su zona de residencia.
- Bloque 2: Capacidades y recursos que actualmente posee el Comité de Agua Potable Rural (CAPR) y proyecciones que se visualizan en el futuro (10 años).
- Bloque 3: Percepción respecto a la administración y gestión del CAPR.
- Bloque 4: Punto de vista de los participantes respecto al medio ambiente que les rodea y su gestión.
- Bloque 5: Datos demográficos.

PROCESO DE VISADO POR EL COMITÉ ÉTICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

RECLUTAMIENTO DE ENCUESTADORES – ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS REGIONALES

CAPACITACIÓN DE ENCUESTADORES – PRUEBAS PILOTO

PREPARACIÓN DE ACTIVIDADES ESCOLARES

3

INTERACCIONES PARTICIPATIVAS

ENCUESTA DE PERCEPCIONES, ACTIVIDADES ESCOLARES, CAPACITACIONES Y CIENCIA CIUDADANA, TRIANGULACIÓN DE RESULTADOS

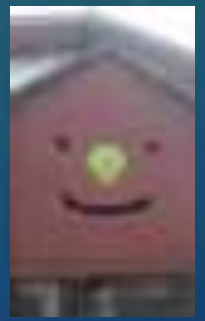
INTERACCIONES PARTICIPATIVAS

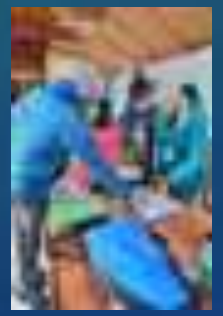
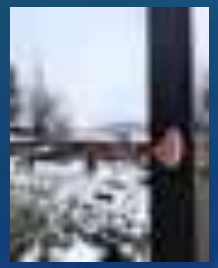
EXPERIENCIAS DE LOS USUARIOS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL

ZONAS DE COYHAIQUE BAJO Y VALLE SIMPSON, REGIÓN DE AYSÉN, CHILE

(*n*=243)

REALIZACIÓN DE LAS ENCUESTAS – JUNIO a DICIEMBRE 2022



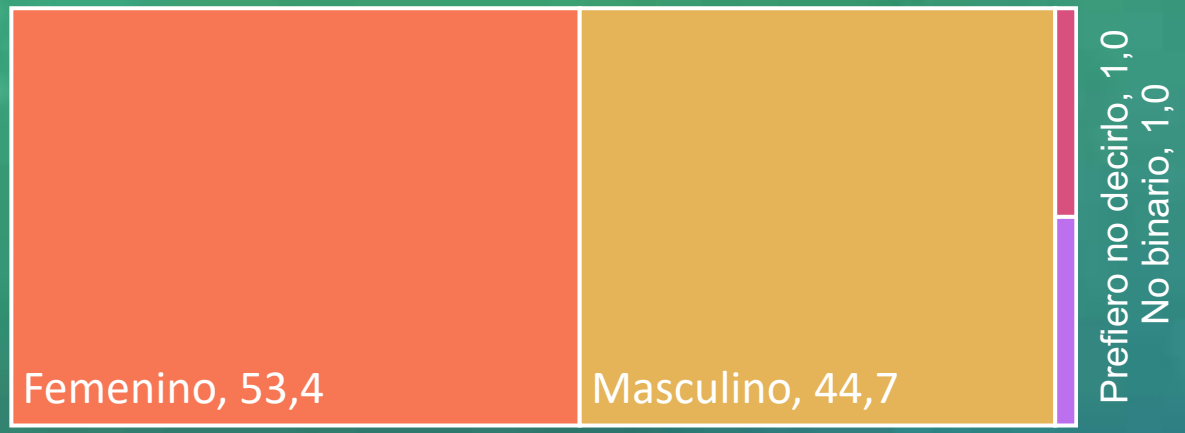



PERFIL DE LA MUESTRA

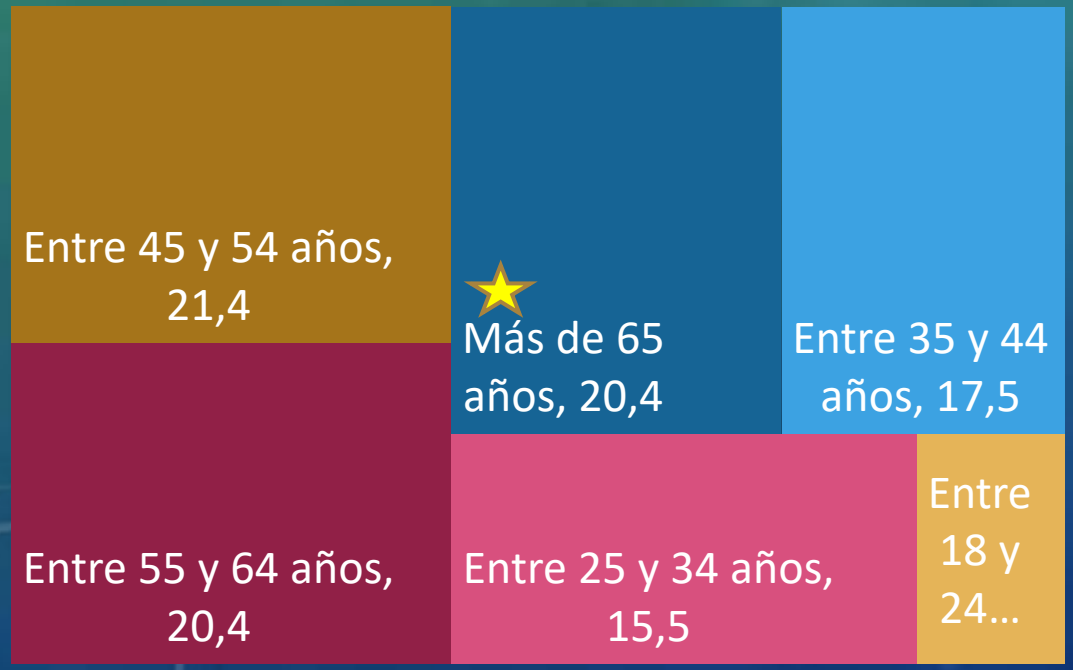
- En VS hablamos con representantes de 99 (de 284) hogares que informaron sobre un total de 373 usuarios del agua (3.77 per casa promedio).
- En CB hablamos con representantes de 144 (de 225) hogares que informaron sobre un total de 448 usuarios del agua (3.11 per casa promedio).

APR VALLE SIMPSON (*n*=99)

GÉNERO (%)

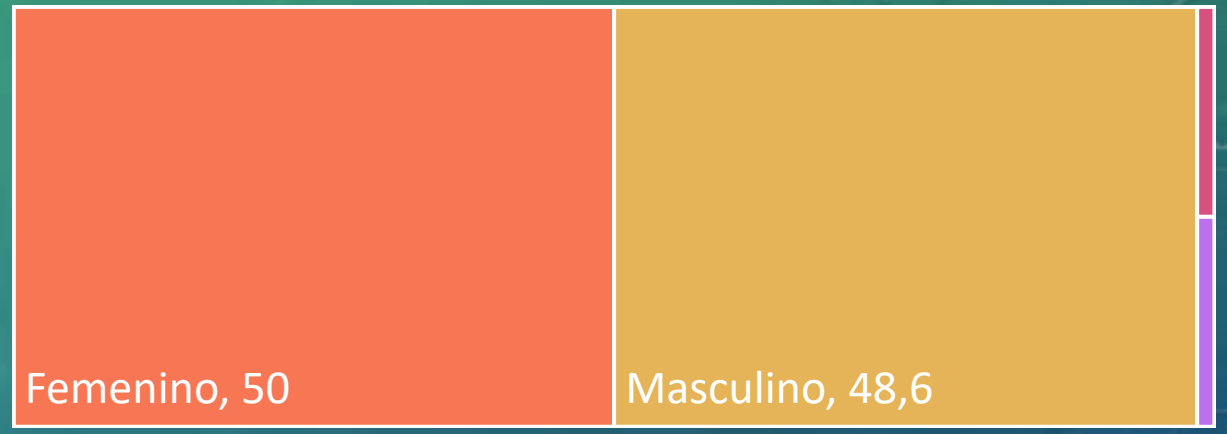


EDAD (%)

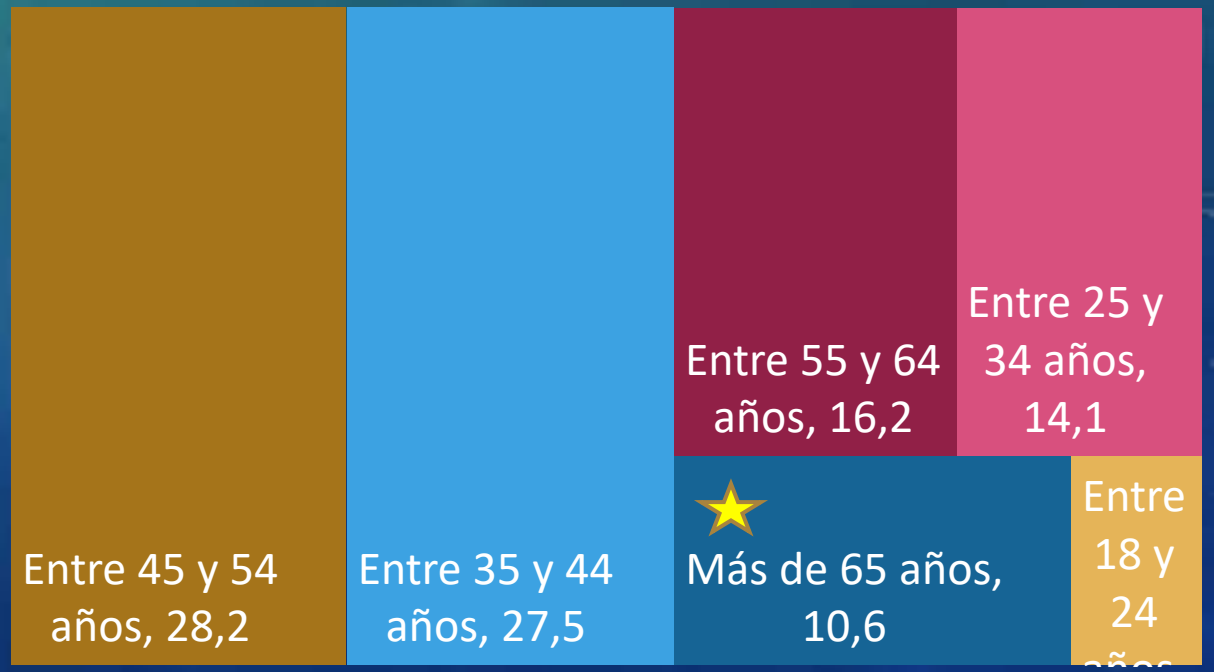


COYHAIQUE BAJO (*n*=144)

GÉNERO (%)



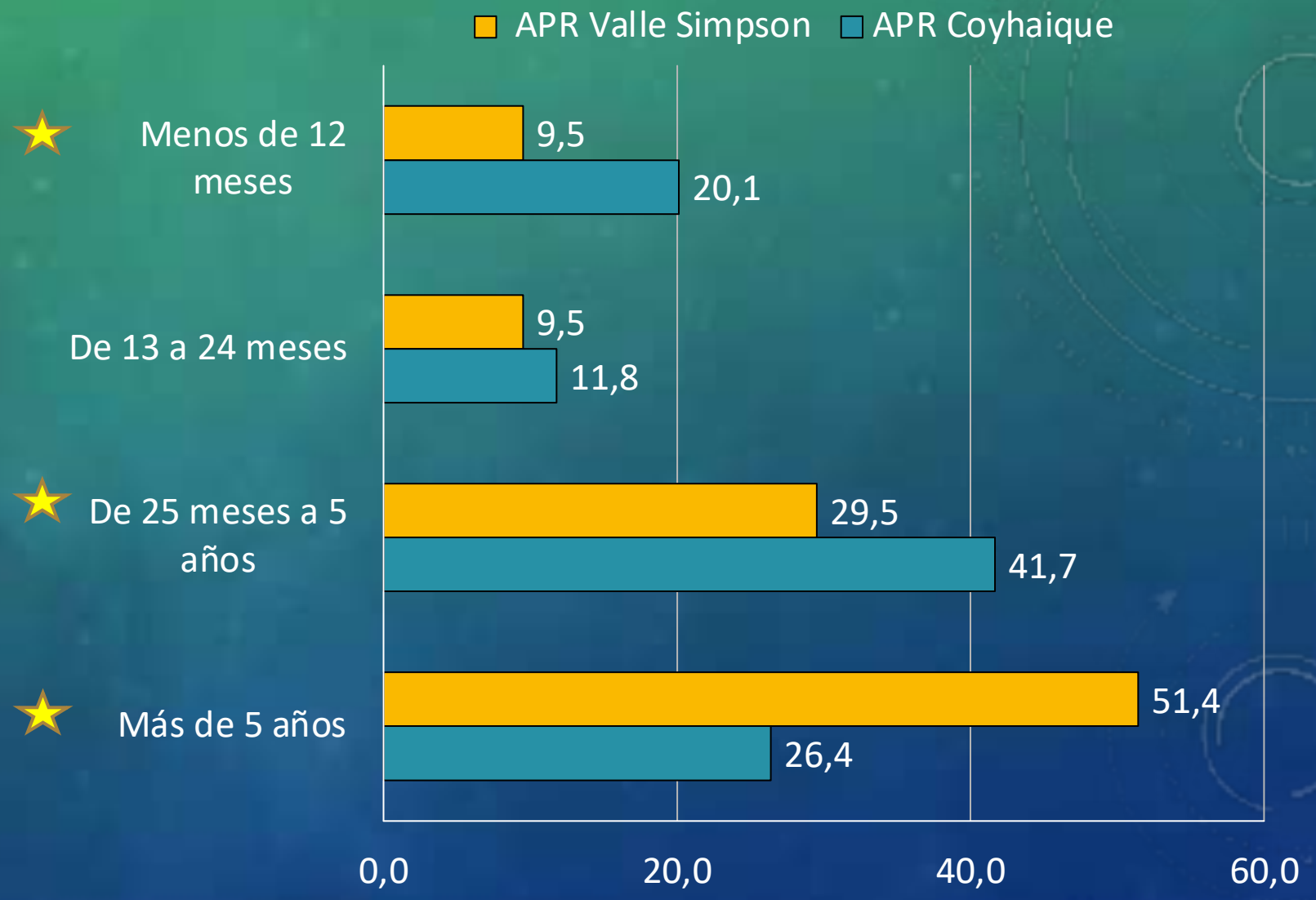
EDAD (%)



APR VALLE SIMPSON (*n*=99)

COYHAIQUE BAJO (*n*=144)

¿HACE CUÁNTO TIEMPO QUE USTED ES USUARIO DEL SISTEMA DE APR?



BLOQUE 1: CÓMO LOS PARTICIPANTES UTILIZAN EL AGUA EN SU PROPIEDAD Y CÓMO VEN EL ESTADO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN SU ZONA DE RESIDENCIA

BLOQUE 1: CÓMO LOS PARTICIPANTES UTILIZAN EL AGUA EN SU PROPIEDAD Y CÓMO VEN EL ESTADO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN SU ZONA DE RESIDENCIA.

- La mayoría de usuarios em ambos APRs (VS y CB) tienen una o dos casas que abastecen del sistema, aunque en CB casi 20% de los participantes informan que tienen cuatro o más casas que abastecen en sus terrenos.
- Más del 90% (VS y CB) utilizan las casas como casa principal y viven allá todo el año.
- Entre 15% (VS) y 20% (CB) de los participantes son arrendatarios – el resto propietarios o sus parientes.
- En VS, 20% de los participantes informaron que tienen (o han tenido) un pozo en su terreno, mientras que en CB está tendencia es mucho mayor (41%).
- En CB, casi todos los participantes tienen fosas sépticas (95%), mientras que en VS, la mayoría (73.3%) utilizan la alcantarillado público.

BLOQUE 1: CÓMO LOS PARTICIPANTES UTILIZAN EL AGUA EN SU PROPIEDAD Y CÓMO VEN EL ESTADO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN SU ZONA DE RESIDENCIA.

- En ambos APRs, los usuarios informaron de que su uso de agua es mayormente relacionado a consumo humano y uso doméstico concentrada (>90%)
- En ambos casos perciben un uso de agua por mes MUCHO menor que su uso actual.
  - En VS los usuarios estimaron su uso en 27,6% (3,35m^3) del monto actual (12,12m^3).
  - En CB los usuarios estimaron su uso en 41,6% (10,18m^3) del monto actual (24,02m^3).

SUBMINISTRO DEL AGUA ACTUAL

- Actualmente, los APRS satisfacen 100% de las necesidades de agua para 44% de los usuarios entrevistados en el CAPR CB y 74% de los usuarios entrevistados en el CAPR VS.
- Usuarios en ambos APRs tienen una gama amplia de tacticas cuando el sistema de APR no puede suministrar suficinete agua.
- Los cuatro mecanismos más comunes en VS incluyen compras de agua en botella (50%), agua almacenada de agua lluvia (42,5%), agua de camiones aljibes (27,4%) y agua de ríos, esteros, canales o vertientes (17%).
- Los cuatro mecanismos más comunes en CB incluyen compras de agua en botella (77,8%), agua de ríos, esteros, canales o vertientes (29,2%), agua almacenada de agua lluvia (21,5%) o agua de pozo (14,6%).
- 17,9% de usuarios del VS entrevistados y 4,2% de usuarios entrevistados de CB percibieron que no tenia más alternativa que su APR para el subministro de agua .

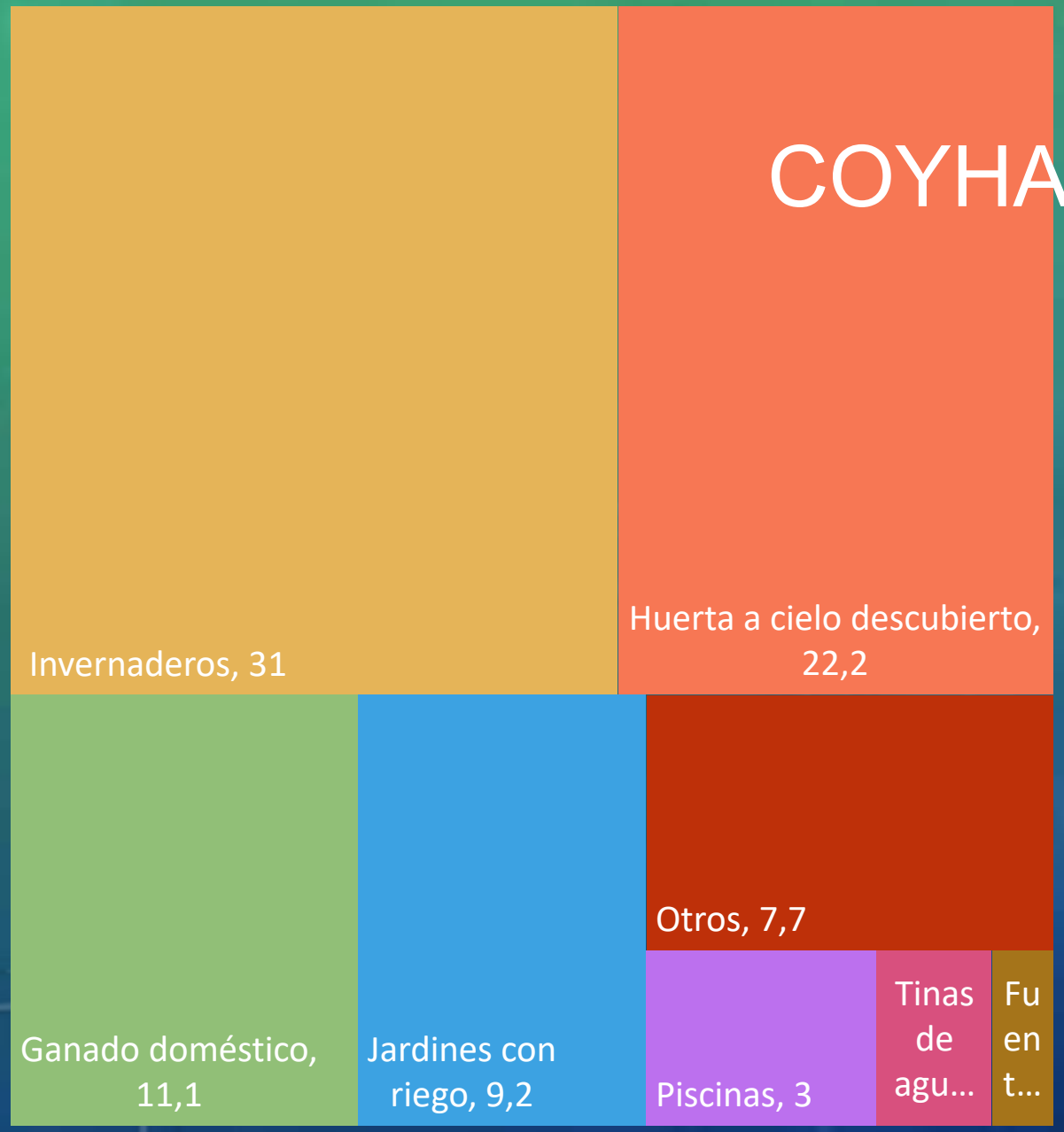
VALLE SIMPSON

ACTUALMENTE POSEEN

INTENCIÓN DE AGREGAR ENTRE 1 A 2 AÑOS

COYHAIQUE BAJO

ACTUALMENTE POSEEN



INTENCIÓN DE AGREGAR ENTRE 1 A 2 AÑOS

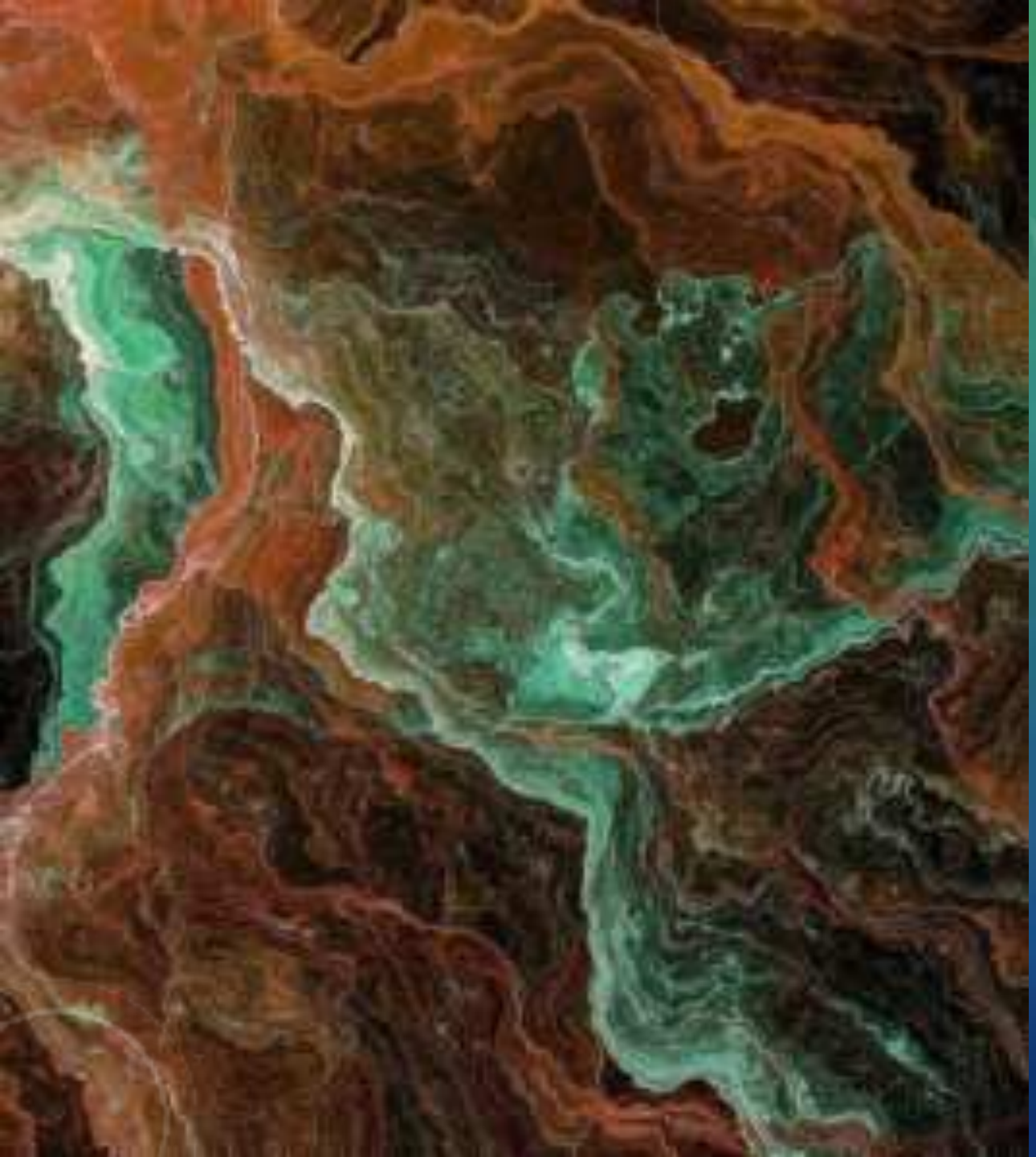
BLOQUE 2: CAPACIDADES Y RECURSOS QUE ACTUALMENTE POSEE EL COMITÉ DE AGUA POTABLE RURAL (CAPR) Y PROYECCIONES QUE SE VISUALIZAN EN EL FUTURO (10 AÑOS)

BLOQUE 2: CAPACIDADES Y RECURSOS QUE ACTUALMENTE POSEE EL COMITÉ DE AGUA POTABLE RURAL (CAPR) Y PROYECCIONES QUE SE VISUALIZAN EN EL FUTURO (10 AÑOS).

- Respecto a la fuentes utilizadas en su sistema de APR para la captación de agua, se observa que los usuarios APRs (VS y CB) indican que la fuente principal son los ***Ríos esteros canales o vertientes***, con un 40 y 90% respectivamente.
- Ambos APR califican la calidad de agua proporcionada por su sistema de APR como ***Bueno, y mejorando***
- Los principales motivos por los cuales los usuarios entrevistados de ambos APR justifican que se exija/solicite un análisis de laboratorio de su agua son: ***Calidad de agua*** (más 80%); ***cambio de olor, sabor o claridad*** (75 % aprox.) y***; mantenimiento regular*** (70% aprox.).

BLOQUE 2: CAPACIDADES Y RECURSOS QUE ACTUALMENTE POSEE EL COMITÉ DE AGUA POTABLE RURAL (CAPR) Y PROYECCIONES QUE SE VISUALIZAN EN EL FUTURO (10 AÑOS).

- Ambos APR indican estar ***muy preocupados*** tanto por la cantidad como calidad de recursos hídricos (aguas superficiales y/o subterráneas) en el sector de su sistema APR
- El APR CB (81,7%) y el APR VS (44,2%) indican estar ***muy preocupados*** por la ***disponibilidad de recursos hídricos para la vida silvestre*** en el sector de su sistema de APR
- La ***contaminación humana*** de los recursos hídricos, les preocupa sobre manera a ambos APR con 86,6% para APR CB y un 78,4% para VS.
- Ambos APR manifiestan que las actividades para proteger el agua en su sector son principalmente: ***la educación sobre el uso racional del agua***, ***la protección de cuencas y humedales*** y la ***utilización de aguas lluvia.***



BLOQUE 3: PERCEPCIÓN RESPECTO A LA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL CAPR

BLOQUE 3: PERCEPCIÓN RESPECTO A LA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL CAPR

EN RELACIÓN A LA CONFIANZA EN LOS TRABAJOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO AMBOS APR ***MANIFIESTAN ESTAR MUY DE ACUERDO*** CON UN 52,1 Y 74 % PARA APR VS Y CB RESPECTIVAMENTE.

RESPECTO A LAS SI LAS QUEJAS SON ATENDIDAS OPORTUNAMENTE EL 50% APR VS Y 43,7% APR CB MANIFESTARON ESTAR ***MUY DE ACUERDO***

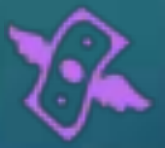
EXISTE UN DIFERENCIA ENTRE AMBOS APR ASOCIADOS A LA PERCEPCIÓN DE LAS QUEJAS ASOCIADAS A LA PERSISTENCIA DEL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE, EN APR CB ***ESTÁN DE ACUERDO*** EN 48,6% EN LA PERSISTENCIA Y EN EL APR VS ESTÁ ES DE SOLO UN 16,3%.

RESPECTO A LA AFIRMACIÓN DE ***PROBLEMAS PERSISTENTES EN LAS ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*** DEL SISTEMA APR, LOS ENTREVISTADOS DE CB INDICAN ESTAR MUY DE ACUERDO EN UN 42,9% EN CAMBIO EN APR VS SOLO ES DE UN 5,8%.

BLOQUE 3: PERCEPCIÓN RESPECTO A LA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL CAPR

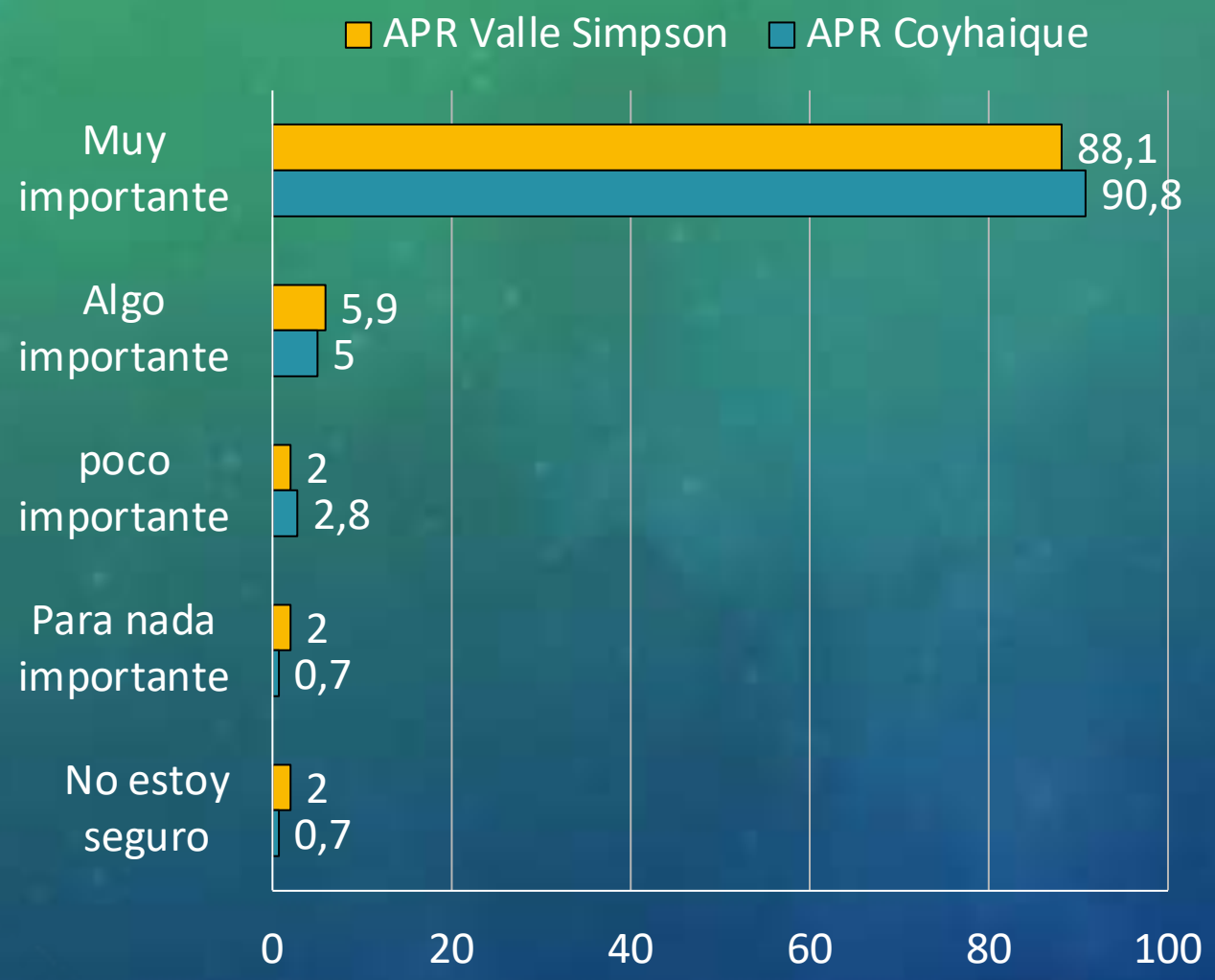
Asociado a la afirmación de si los APR ***cuentan con estatutos y/o reglamentos adecuados***, si bien la mayoría de los entrevistados en ambos APR indica estar muy de acuerdo con la afirmación, hay que destacar que existe un alto porcentaje que indica no estar seguro de ella.

Referente a si CAPR cuentan con ***un plan operativo anual*** se debe resaltar que ambos APR no se está seguro de su existencia (56% aprox.)



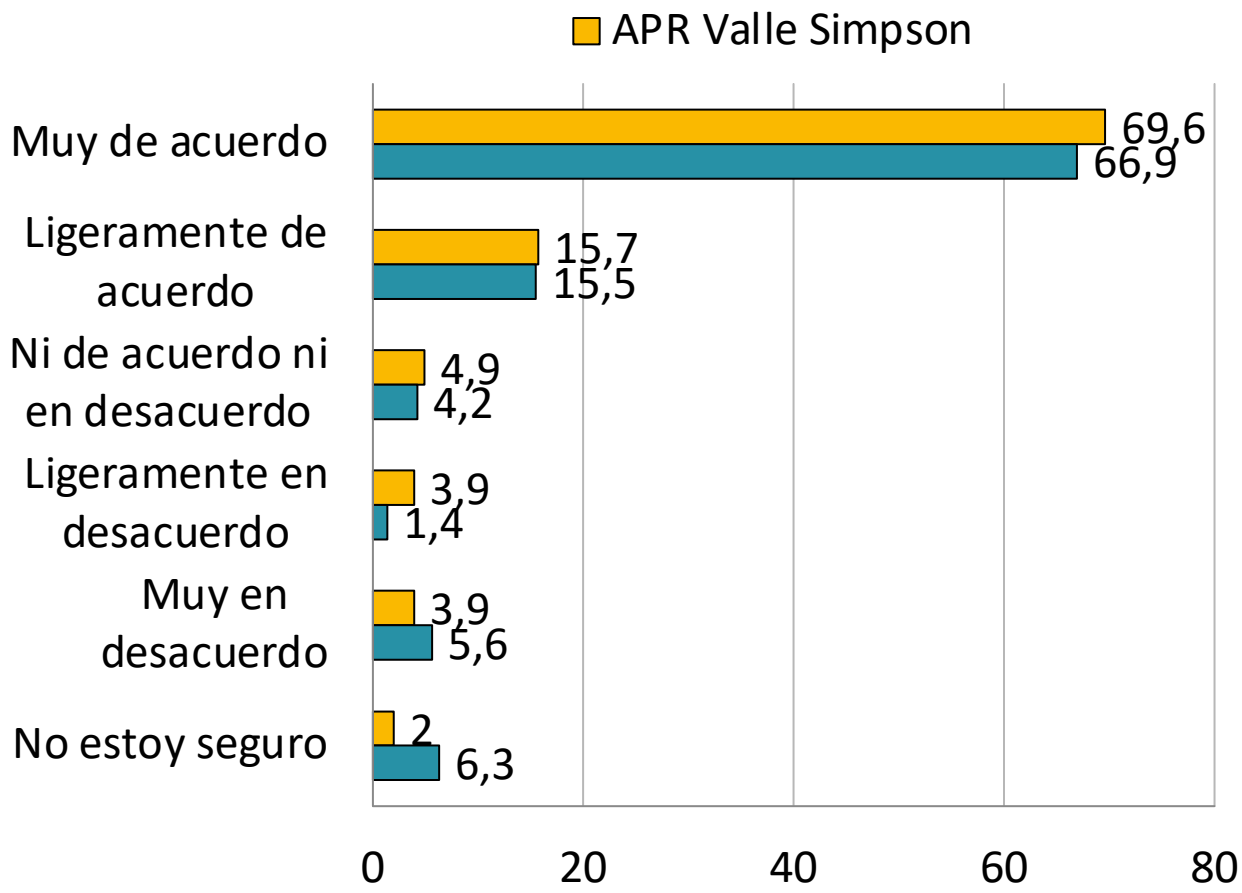
Finalmente ambos APR manifiestan estar muy de acuerdo con que el monto de cuota mensual es justa, con un 45,8 para APR CB y 81,4 para APR VS

BLOQUE 4: BLOQUE 4: PUNTO DE VISTA DE LOS PARTICIPANTES RESPECTO AL GOBERNANZA DE SU CAPR.

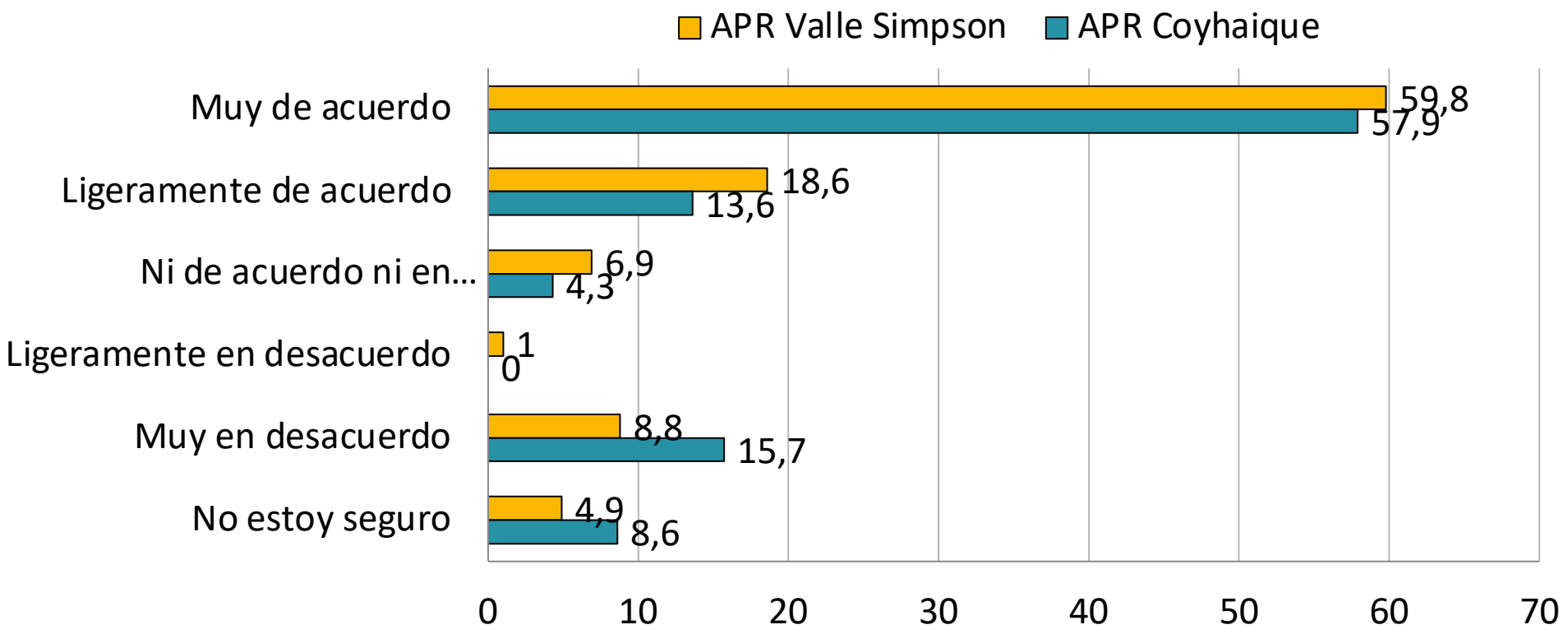


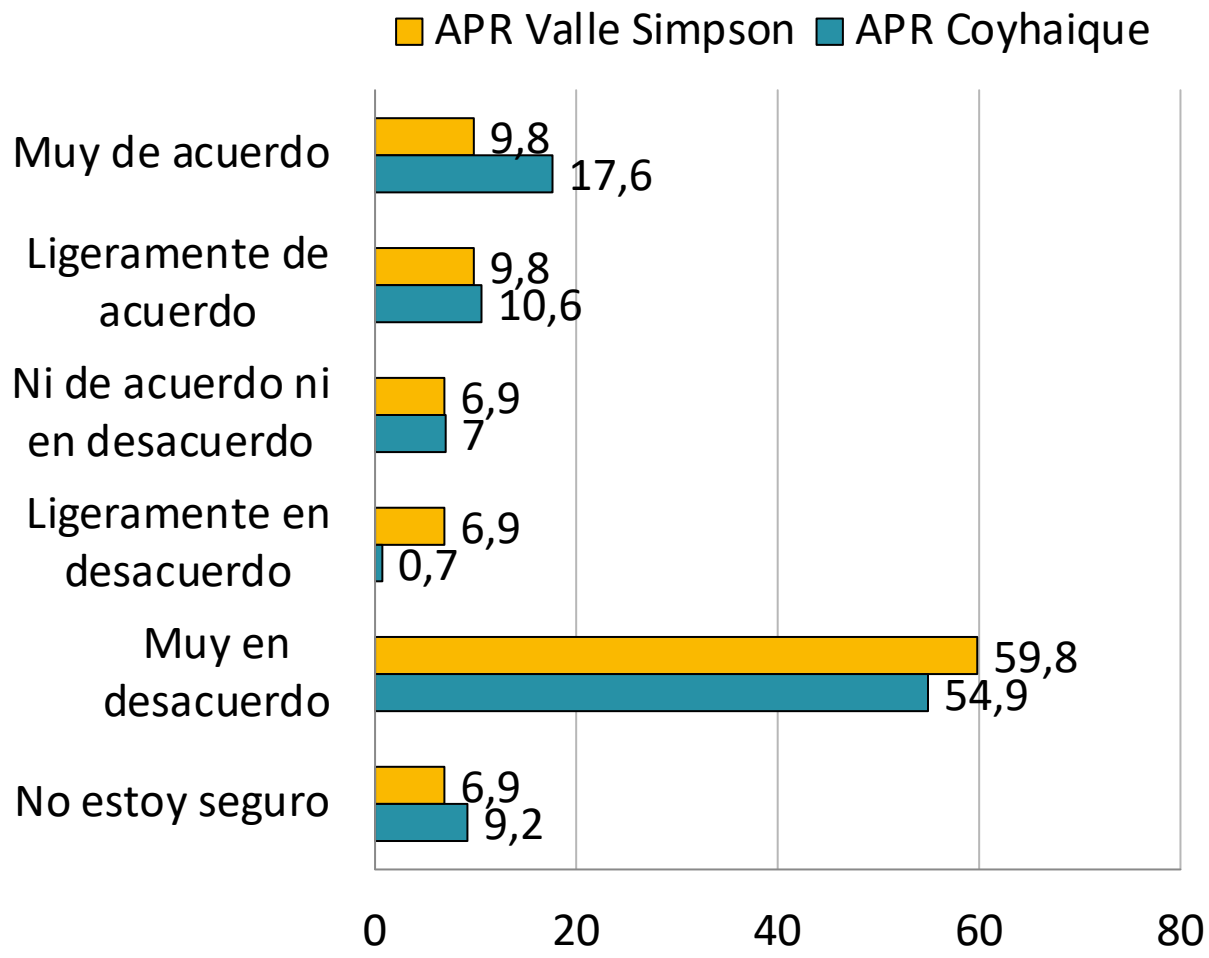
¿CUÁN IMPORTANTE ES LA PARTICIPACIÓN DE LOS USUARIOS DEL APR EN EL DESARROLLO DE SU SISTEMA DE APR?

LOS USUARIOS DEBERÍAN DESEMPEÑAR UN PAPEL MÁS IMPORTANTE EN EL DESARROLLO Y GESTIÓN DEL SISTEMA DE APR



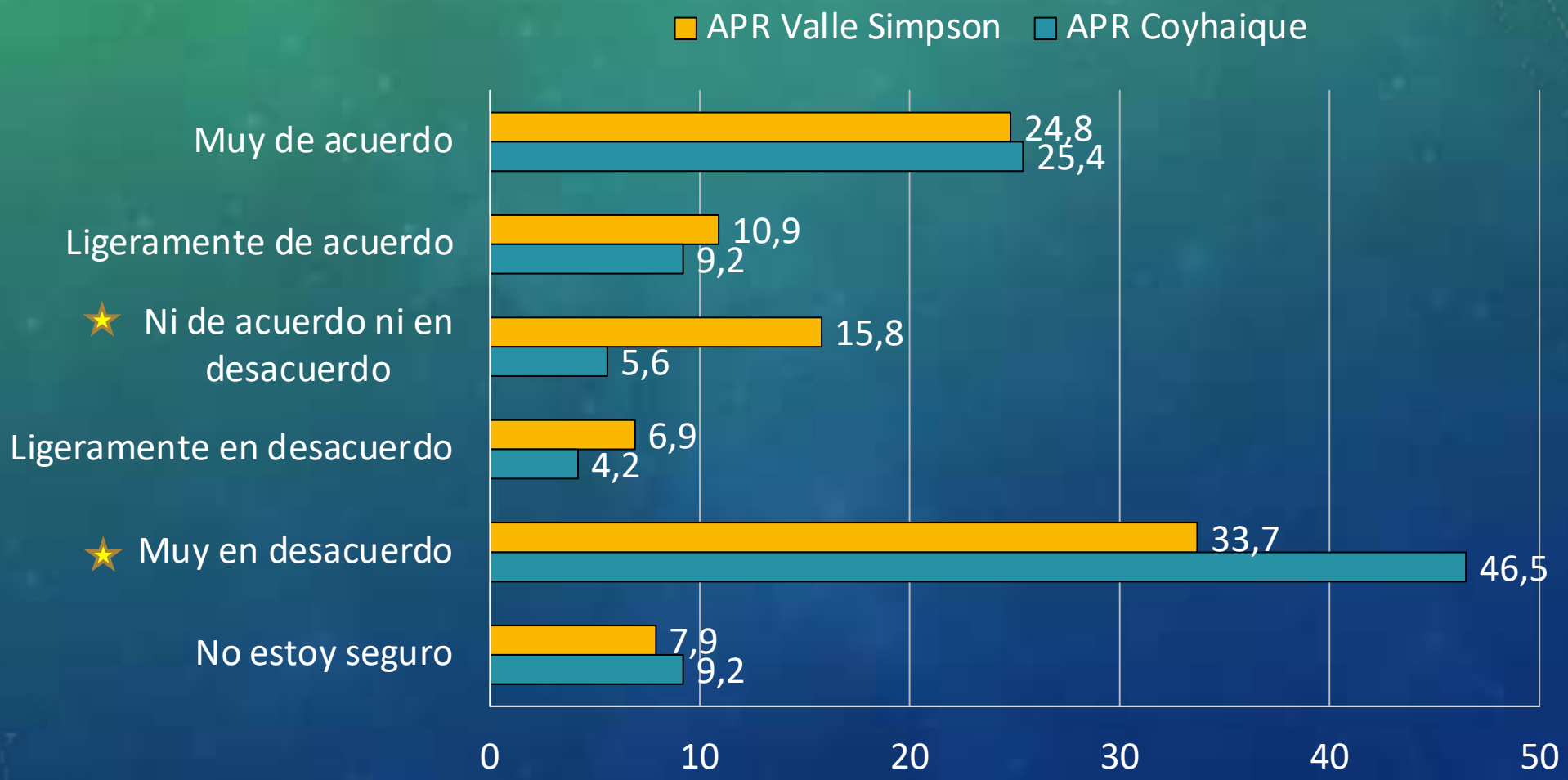
ME GUSTARÍA PODER OPINAR SOBRE LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE APR



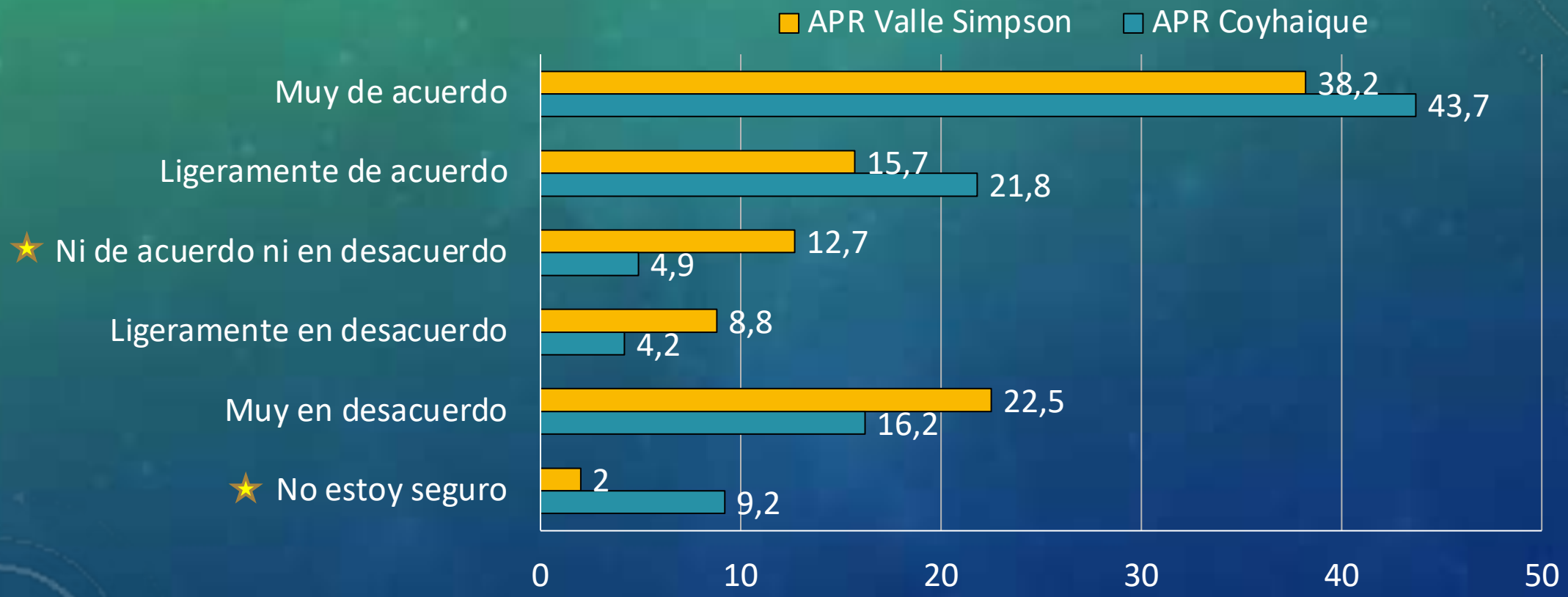


ESTOY INVOLUCRADO EN LA GESTIÓN O GOBERNANZA DEL SISTEMA DE APR

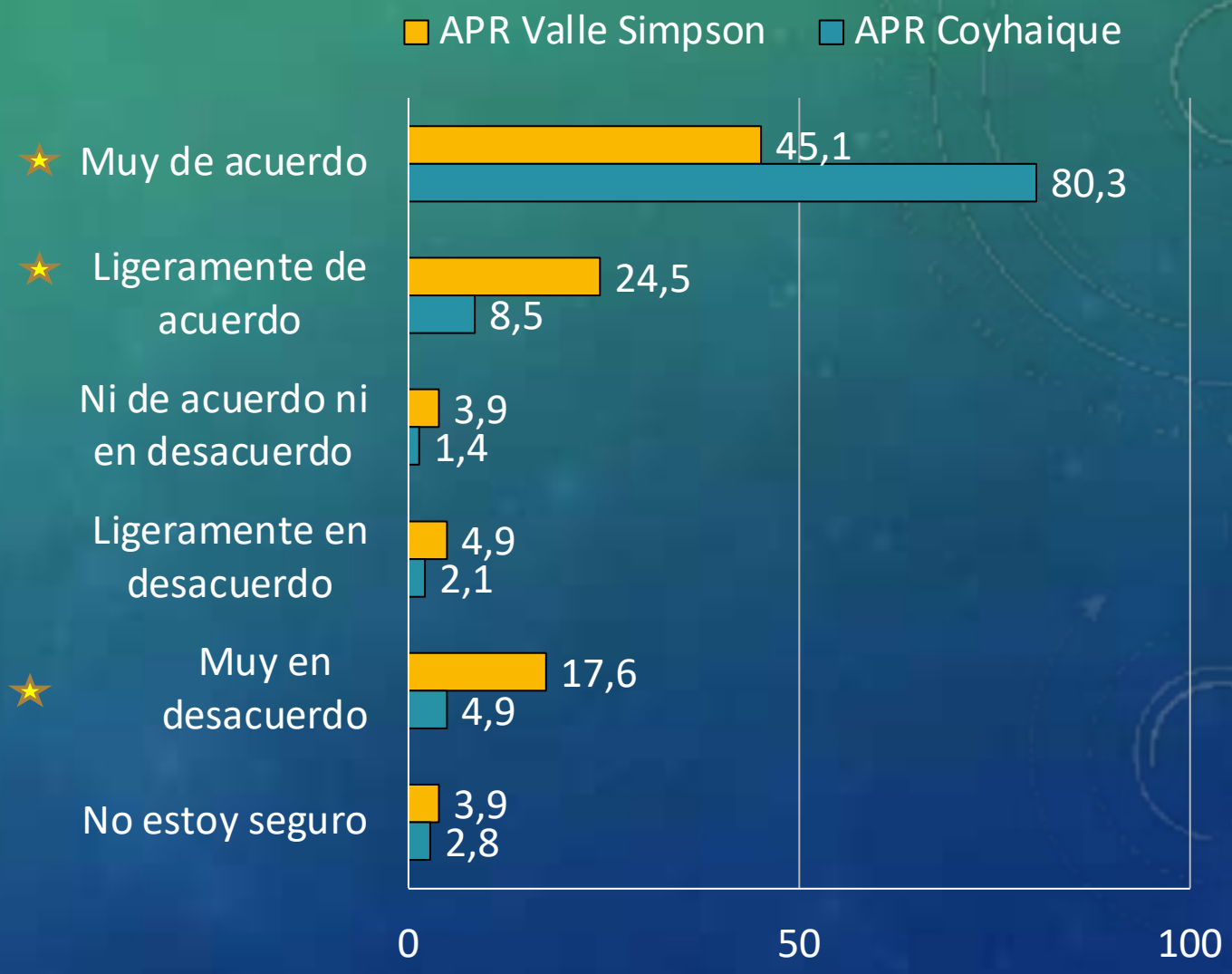
ME GUSTARÍA ESTAR ACTIVAMENTE INVOLUCRADO EN LA GESTIÓN O GOBERNANZA DEL SISTEMA DE APR



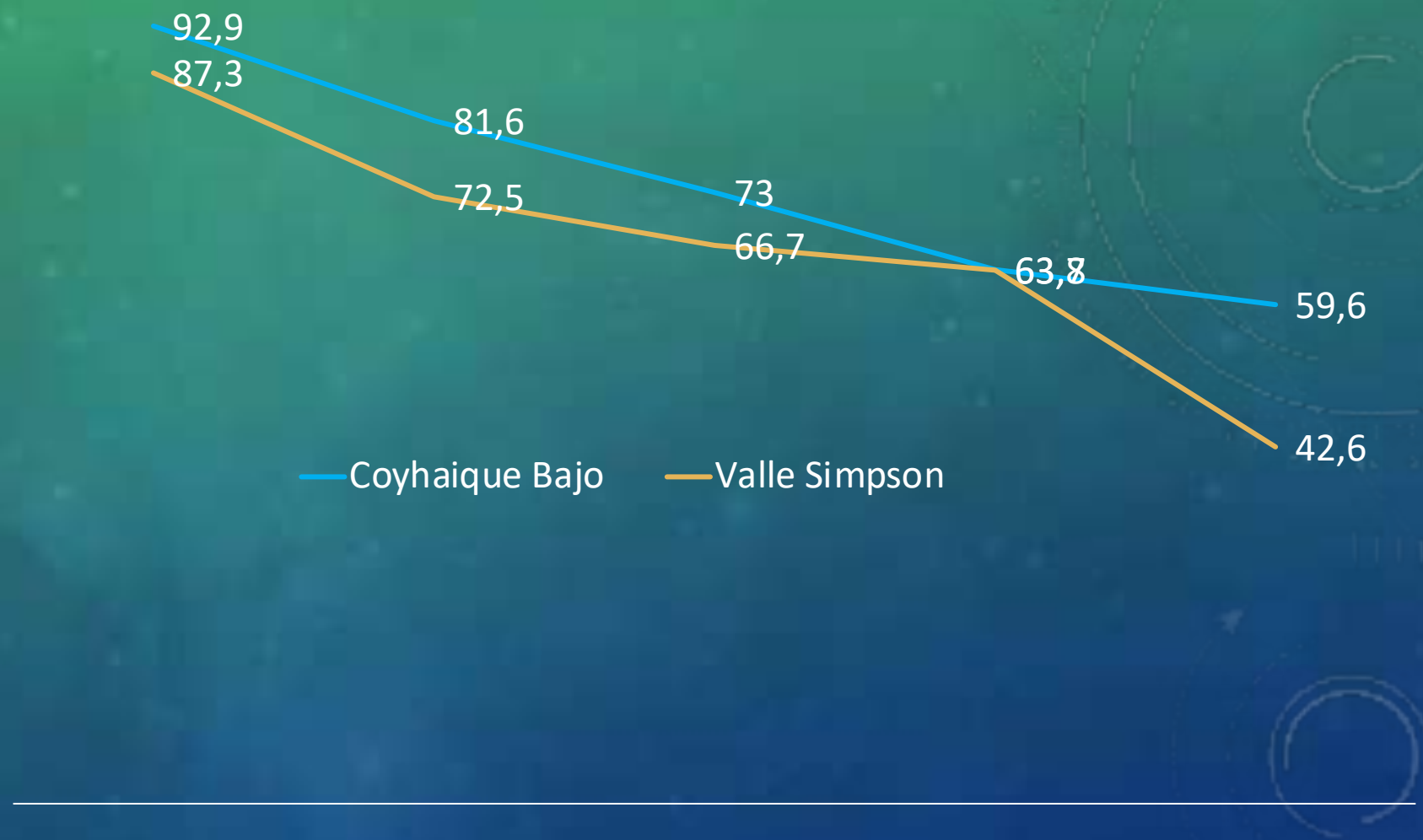
ME GUSTARÍA QUE LOS USUARIOS PARTICIPEN EN LA GESTIÓN O GOBERNANZA DEL SISTEMA DE APR, PERO NO QUIERO ESTAR PERSONALMENTE INVOLUCRADO



CON RESPECTO A LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE APR, ES MEJOR DEJARLA EN MANOS DE EXPERTOS



% DE LOS USUARIOS ENTREVISTADOS QUE CATALOGARON COMO “MUY IMPORTANTES” A LOS SIGUIENTES ACTORES EN EL DESARROLLO DE SU SISTEMA APR

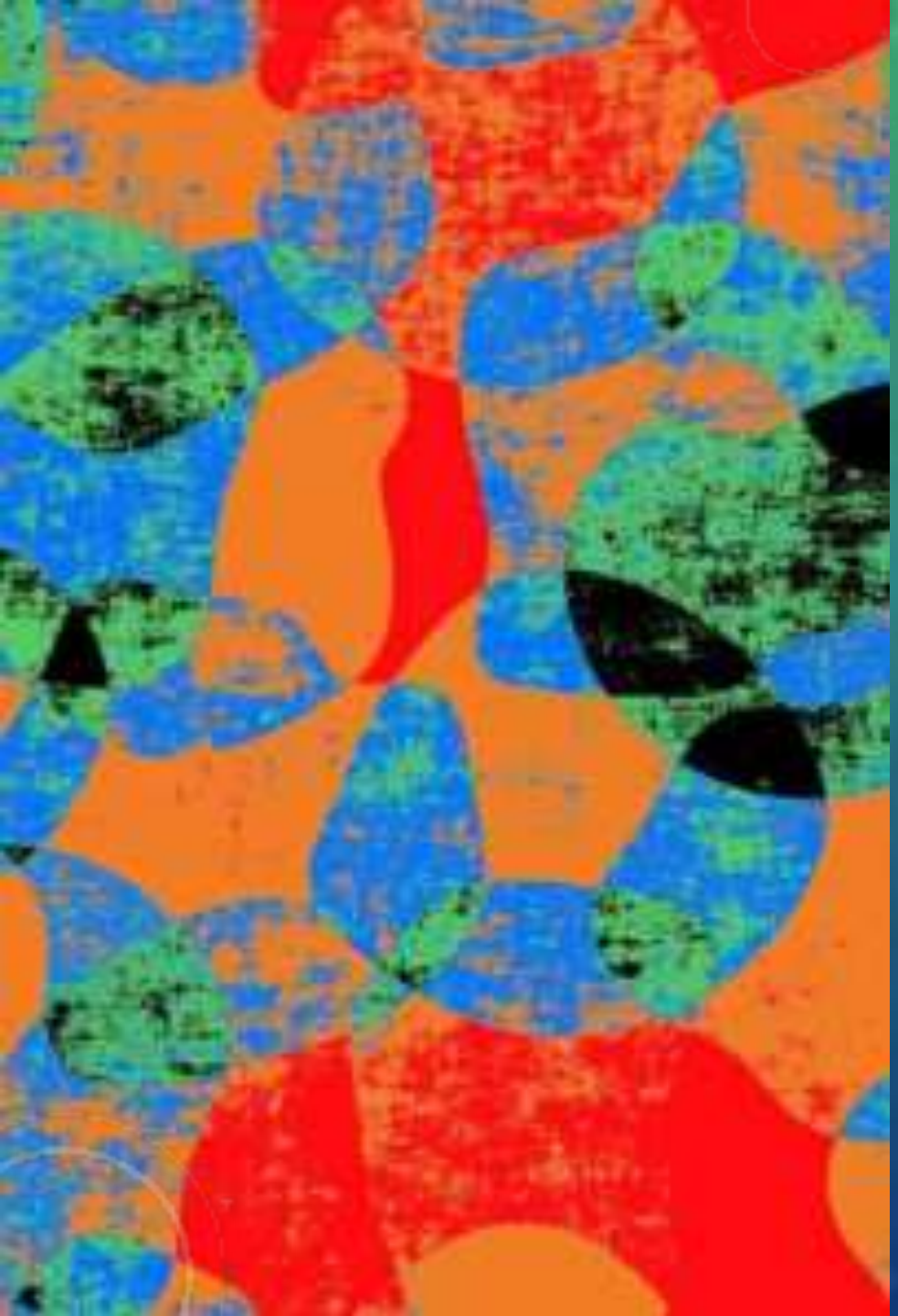


INTERACCIONES PARTICIPATIVAS

CAPACITACIONES Y CIENCIA CIUDADANA

Actividad de reconocimiento Valle Simpson – 29 de abril

Participación en lanzamiento del proyecto – 17 de mayo



INTERACCIONES PARTICIPATIVAS

ACTIVIDADES ESCOLARES

EL CICLO DEL AGUA

Ficha Pedagógica	
Objetivo de aprendizaje	Describir la distribución del agua dulce y salada en la Tierra, considerando océanos, glaciares, ríos y lagos, aguas subterráneas, nubes, vapor de agua, etc. y comparar sus volúmenes, reconociendo la escasez relativa de agua dulce.
Habilidades	Planificar y llevar a cabo investigaciones guiadas experimentales y no experimentales en base a una pregunta formulada por ellos u otros, considerando el cambio de una sola variable, trabajando de forma individual o colaborativa, obteniendo información sobre el tema en estudio a partir de diversas fuentes y aplicando estrategias para organizar y comunicar la información.
Actitudes	Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, desarrollando conductas de cuidado y protección del ambiente.
Objetivo de la clase	Comprender los fenómenos que ocurren en las aguas sobre la tierra y sus propiedades fisicoquímicas.
Conceptos claves	termoclina, picnoclina, densidad
Tiempo	180 minutos
Materiales	Pecera, agua fría y caliente, sal, termómetro de cocina, colorante para alimentos. Lápices de colores, hojas de block.
Actividad clase 1 obj: Comprender el origen las aguas para consumo humano en la ciudad de Coyhaique	Se invita a los estudiantes a reunirse en un círculo y se les pregunta ¿saben de dónde viene el agua que consumen en sus casas? La idea es generar un debate. Luego preguntarles ¿en qué cosas usamos que se consume más agua? (ducha, lavar loza, lavar ropa, baños, etc.). Una vez que se haya generado la discusión, se les pide a los estudiantes que dibujen el origen y proceso por el cual llega el agua hasta sus domicilios. Se les invita posteriormente a presentar su dibujo y a conversar sobre sus ideas sobre la fuente de agua dulce y cómo forma parte del ciclo del agua. Se introduce a la actividad siguiente.
Actividad clase 2: Comprender los fenómenos fisicoquímicos que ocurren cuando las aguas dulces desembocan en el mar.	En la pecera, se colocará agua con sal hasta aproximadamente la mitad de la pecera. La idea es que esto represente el agua de mar y qué ocurre en las zonas donde los ríos desembocan. Luego, lentamente por la orilla de la pecera, se vaciará agua potable (que representa el agua de ríos y lagos que desembocan al mar) y se observará las diferencias de densidad entre ambas aguas (salada-mar/potable-ríos). Los estudiantes podrán ver a pequeña escala lo que ocurre cuando se juntan las aguas en las desembocaduras, a la vez que comprenderán que, en las columnas de agua, hay variaciones en temperatura, densidad y salinidad. Una clina es una zona donde el gradiente en un parámetro es más acentuado. Así, la termoclina es la zona donde el gradiente de temperatura es mayor, la haloclina es la zona donde el gradiente de salinidad es mayor y la picnoclina es la zona donde el gradiente de densidad es mayor. Este primer ejemplo trabaja el concepto de picnoclina. Si tomamos de manera conjunta las variaciones de temperatura y salinidad del agua de mar, estas determinarán su densidad. Habitualmente la densidad irá aumentando con la profundidad, de tal manera que en la zona de mayor gradiente de densidad se creará la denominada picnoclina. Se puede desarrollar más el concepto y en la misma pecera (tiempo), se colocan aguas con diferentes grados de salinidad, y se observará como se van mezclando y cambiando las densidades de las distintas aguas.

COLEGIO FRANCISCO XAVIER BUTIÑA y ESCUELA RURAL VALLE SIMPSON

AGUAS, SUELOS Y EROSIÓN

Ficha Pedagógica

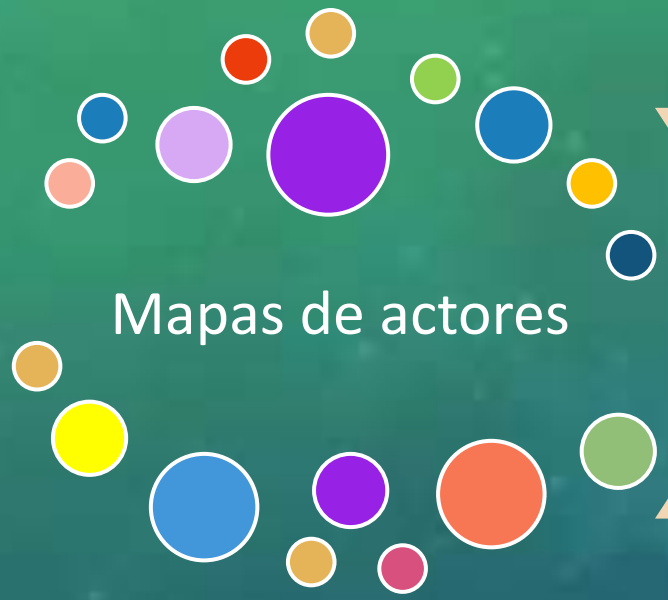
COLEGIO FRANCISCO XAVIER BUTIÑA y ESCUELA RURAL VALLE SIMPSON

ESTRATIGRAFÍA, AGUAS SUBTERRÁNEAS Y EXTRACCIÓN DE AGUA

Ficha Pedagógica	
Objetivo de aprendizaje	CN05 OA14: Investigar y explicar efectos positivos y negativos de la actividad humana en los volcanes, lagos, ríos, glaciares, entre otros, proponiendo acciones de protección de las reservas hídricas en Chile y comunicando sus resultados.
Habilidades	Formular explicaciones razonables y conclusiones a partir de la comprensión entre los resultados obtenidos y sus predicciones.
Actitudes	Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, desarrollando conductas de cuidado y protección del ambiente.
Objetivo de la clase	Comprender que el suelo está formado por distintas capas y que estas influyen en el flujo de las aguas subterráneas y, por lo tanto, es importante conocer nuestro suelo para saber de donde extraer agua para consumo humano. Igualmente, comprender que cualquier alteración en la superficie de la tierra tiene efectos directos e indirectos en las aguas de la Tierra (ríos, lagos, mares y océanos).
Conceptos clave	Estratos, cuencas subterráneas, calidad del agua
Tiempo	180 minutos
Materiales	Pintura, maqueta de vidrio, arena, piedras de distintos tamaños, tierra de distintos tipo. Regadera, 3 vasos. Se necesita una estructura donde apoyar la maqueta de vidrio.
Actividad clase 1 (de) Reconocer las distintas capas que conforman el suelo y su relación con el agua dulce	Se comienza la actividad recapitulando lo que se aprendió la clase anterior y ahora el enfoque es en las aguas subterráneas. Utilizando el poster entregado por el proyecto, se introduce brevemente que la tierra está formada por distintas capas y que estas son diferentes dependiendo su composición e historia geológica. Luego se introduce a la clase los distintos tipos de suelos y como influye su conformación con las aguas dulces. Si es necesario, se les pide a los estudiantes que investiguen distintos tipos de materiales: piedras, arena, tierra orgánica o humus, materia vegetal (hojas, raíces, etc.).
Actividad clase Sexta Experimentar como los distintos tipos de suelos y sus características influyen en la calidad del agua para consumo humano.	Dependiendo si se logró solicitar el material durante la jornada anterior se monta en el patio o lugar abierto la maqueta. Se necesitan dos sillas para soportar la estructura y se procede a rellenar cada espacio de la maqueta de vidrio con distintas combinaciones de materiales. Siempre en la base dejaron 4 las rocas para que representen la roca madre. En uno de los segmentos colocar material vegetal en la parte superior y en otro segmento no colocar arena, para ejecutar las actividades de extracción de aguas. Una vez listo, se vierte agua en la superficie (simulando la lluvia), y se colocan vasos transparentes para observar la coloración del agua que va saliendo. Reflexionar en como el tipo de suelo determina el flujo y calidad de aguas. ¿Cómo influye la contaminación de la superficie del suelo con el agua que consumimos? En uno de los segmentos colocar deposiciones de animales (vaca, oveja) y simular precipitación, luego preguntar a los estudiantes si acaso tomarían esa agua. Pensar en los pozos sépticos y sus filtraciones. ¿Dónde se extrae el agua que consumimos? ¿Está cerca de alguna planta de tratamiento de aguas servidas? ¿Hay trabajos de extracción de sedimentos (canteras, etc.) cerca de donde se extrae el agua? ¿Cuál es el rol de un APR? ¿En qué lugares sería bueno instalar una APR?

COLEGIO FRANCISCO XAVIER BUTIÑA y ESCUELA RURAL VALLE SIMPSON

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA GESTIÓN DE LA SEQUÍA DE LOS SISTEMAS DE AGUA SUBTERRÁNEA-SUPERFICIAL EN LA PATAGONIA CHILENA - LT4: SOCIAL Y EDUCACIÓN



Mapas de actores

Desarrollo de instrumentos de Investigación, capacitación y educación

Interacciones participativas

1

- Reuniones iniciales
- Entrevistas con instituciones y actores claves
- Revisión de informes, estudios y proyectos anteriores
- Desarrollo/consolidación de bases de datos

2

- Revisión del estado del arte
- Desarrollo de instrumentos y protocolos
- Proceso de revisión - Comité Ético
- Reclutamiento de encuestadores
- Capacitación de encuestadores
- Pruebas piloto

3

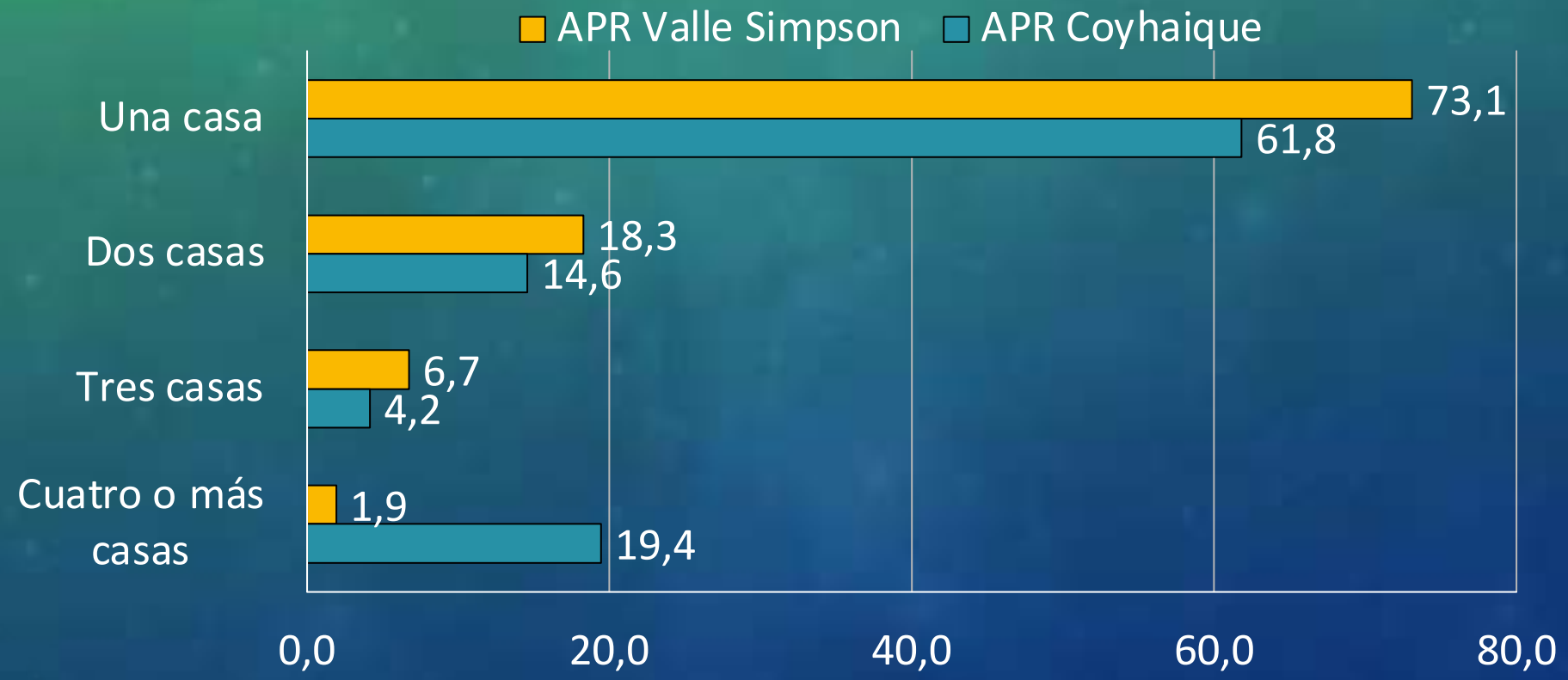
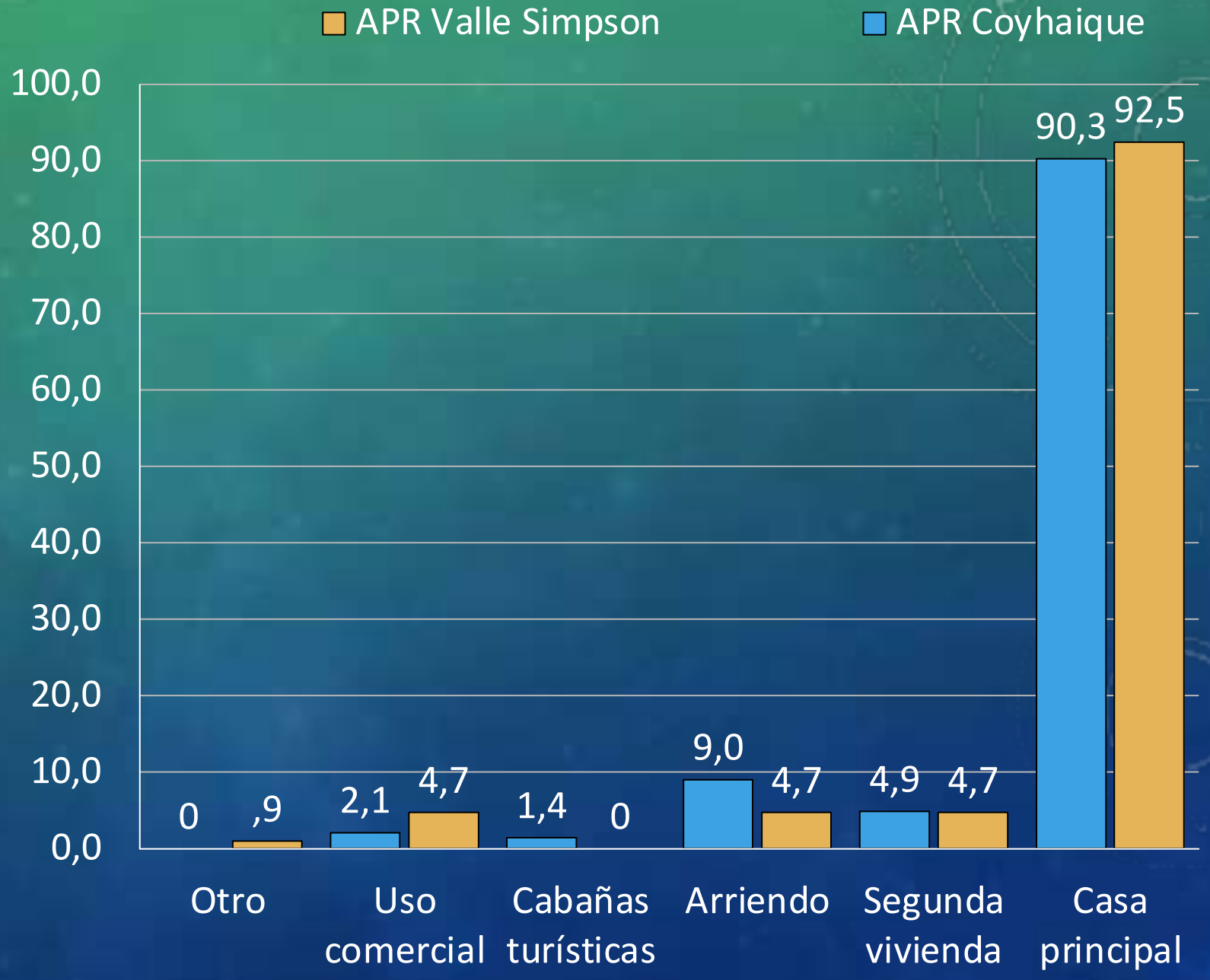
- Encuesta de percepciones
- Actividades escolares
- Capacitaciones y Ciencia ciudadana
- Triangulación de resultados

¡MUCHAS GRACIAS! ¿PREGUNTAS?

DRA. TRACE GALE
tracegale@ciep.cl

ANEXOS

¿CUÁNTOS INMUEBLES HAY EN EL TERRENO QUE SE ABASTECE DEL SISTEMA DE APR?



¿PARA QUÉ USA EL/LOS INMUEBLES?