

“Actualización de la información de vulnerabilidad para la actualización de mapas de riesgo de inundaciones de las ciudades de la región”.

Proyecto Regional Uruguay-Argentina “Adaptación al cambio climático en ciudad y ecosistemas costeros vulnerables del Río Uruguay”

Acuerdo PNUD-Asociación Pro Fundación para las Ciencias Sociales

Entregables 2 y 3

Informe de criterios para incorporar a vulnerabilidad a los mapas de riesgo y actualización de la información referida en base a la información del último censo

Víctor Borrás Ramos

Agosto 2025

Contenido

Informe de criterios para incorporar a vulnerabilidad a los mapas de riesgo y actualización de la información referida en base a la información del último censo	1
Introducción	2
Indicadores de Vulnerabilidad Social: definición y forma de cálculo.....	2
Caracterización de vulnerabilidad social 2023	5
La vulnerabilidad social nivel nacional urbano y por localidades.	5
Indicadores de vulnerabilidad social en áreas inundables de localidades urbanas.....	9
Propuesta de Índices de Vulnerabilidad Social	11
Índice de vulnerabilidad social estimado por Análisis de Componentes Principales	11
Índice sumatorio simple de Vulnerabilidad Social	19
Reflexiones finales.....	21

Introducción

De acuerdo al Plan de Trabajo, el segundo entregable de la consultoría “Actualización de la información de vulnerabilidad para la actualización de mapas de riesgo de inundaciones de las ciudades de la región” consistiría en una base de datos con indicadores e índices de vulnerabilidad social a ser incorporados en la geodatabase utilizada para los mapas de riesgo. La base sería acompañada por un informe síntesis de vulnerabilidad social. Por su parte, el Entregable 3, Informe de criterios para incorporar a vulnerabilidad a los mapas de riesgo, consistiría en un documento donde se presentaran la definición de los indicadores y su forma de cálculo y una propuesta metodológica de agregación de los indicadores de vulnerabilidad social en un índice sintético de vulnerabilidad social.

Como resultado de la consultoría se opta por presentar ambos Entregables 2 y 3, en un único documento que recoge tanto los aspectos metodológicos para el cálculo de indicadores e índices de vulnerabilidad, como la integración de los mismos en la geobase de DINAGUA y el análisis de la vulnerabilidad social.

En el Plan de Trabajo, se esperaba que el análisis de la vulnerabilidad social se concentre en zonas inundables, sin embargo, dado que los microdatos censales a nivel de zonas se obtuvieron tan solo dos días antes de esta entrega, el grueso del análisis se concentra en una caracterización a nivel de localidades INE, sin desmedro de algunos indicadores preliminares desagregados a nivel de áreas inundables de las localidades. La matriz de indicadores de vulnerabilidad social integrada a la geobase de DINAGUA permitirá avanzar en el corto plazo en esta última línea de trabajo.

Indicadores de Vulnerabilidad Social: definición y forma de cálculo

En función de la revisión presentada en el Entregable 1, se propone un set inicial de 18 indicadores organizados en 6 dimensiones. La Tabla 1 presenta los indicadores, su definición y forma de cálculo. El Entregable 2 se acompaña a su vez de la matriz de datos con los indicadores calculados a nivel de personas y agregada como promedios a nivel de localidades urbanas (códigos de localidad INE diferentes de 900), distinguiendo entre áreas inundable y no inundables.

Tabla 1. Indicadores de Vulnerabilidad social ajustados, definiciones y formas de cálculo para Censo 2023.

Dimensión	Indicadores ajustados DINAGUA	Definición ajustada	Forma de cálculo en Censo 2023
Vivienda	Personas que habitan en viviendas con materiales livianos	Se consideran privados personas en viviendas con paredes de madera o chapa (con o sin revestimiento) y techo de chapa sin cielo raso o piso de tierra o contrapiso sin piso.	IF ((VIVDV01 = 3 VIVDV01 = 4) and (VIVDV02=3 or VIVDV02=2) or (VIVDV03 = 3 or VIVDV03=4)) Priv_mat_dinagua=1.
	Personas en situación de hacinamiento	Se considera hacinamiento cuando hay más de dos personas por habitación para dormir	IF (HOGPR01_CON_RRAA/HOGHD01>2) HACINAMIENTO=1.
	Personas con privación en acceso a agua potable	Definición para personas en localidades mayores de 5.000 habitantes; personas en hogares que habitan viviendas donde el agua no proviene de Red General o el agua no ingresa por cañería dentro de la vivienda. Definición para personas en localidades menores de 5000 habitantes y zonas rurales dispersa: personas en hogares donde el agua potable no llega por cañería dentro de la vivienda o sí, en caso de que lo haga, el origen no sea red general ni pozo surgente protegido. Combina tanto el origen como la llegada a la vivienda.	IF ((VIVDV05 > 2 and VIVDV05<8) OR (VIVDV06 ~= 1 and VIVDV06<5)) NBI_AGUA=1. IF (urbano = 0) Privacion_agua=NBI_AGUA. IF (urbano = 1 and (NBI_AGUA=1 or VIVDV05 ~= 1)) Privacion_agua=1
	Privación en acceso a saneamiento	Definición para personas en localidades mayores de 5.000 habitantes: personas en hogares que no accede a baño de uso exclusivo; o la evacuación del servicio sanitario se realiza por entubado o superficie; o el baño no cuenta con cisterna y la evacuación se realiza hacia una fosa o pozo. Definición para personas en localidades menores de 5000 habitantes o áreas rurales dispersas: son privados si se cumple una de las siguientes condiciones: a) no accede a baño; b) accediendo, su uso no es exclusivo del hogar o; c) la	IF HOGSH01=3 or HOGSH02=2 OR (HOGSH03=3 OR HOGSH03=4) NBI_SANEA=1. IF (((HogSH01=2 or HogSH01=3) and HogSH03~= 1)) Sin_sistnisanea=1. IF (urbano = 0) Privacion_saneamiento=NBI_SANEA. IF (urbano = 1) and (NBI_SANEA=1 or Sin_sistnisanea=1) Privacion_saneamiento=1.

		evacuación del servicio sanitario no es a red general, fosa séptica o pozo negro	
	Personas con inseguridad en la tenencia de la vivienda:	Se entiende por tenencia insegura cuando algún integrante del hogar es propietario de la vivienda (la haya o no pagado) pero no del terreno o los hogares son ocupantes de la vivienda que habitan sin contar con el permiso del propietario.	IF (HOGTE01 = 1 and (HOGTE02 = 3 HOGTE02 = 4) (HOGTE01 = 4 & HOGTE03 = 4)) Tenencia_insegura=1
	Tenencia segura	Personas en hogares propietarios del terreno y la vivienda en la que habitan, hayan o no terminado de pagar.	IF (HOGTE01 = 1 and (HOGTE02 = 1 HOGTE02 = 2)) Tenencia_segura=1.
	Inundaciones en los últimos cinco años	Personas que han tenido que abandonar la vivienda por inundaciones en los últimos 5 años	IF (VIVDV11 = 1 VIVDV11 = 3) Inundacion=1.
	Deposición de residuos	Personas en hogares donde la disposición de los residuos no se hace ni a contenedor o depósito ni la recoge una camioneta o carrito de basura	IF (HOGRS01 >2) Priv_residuos=1.
Empleo	Desocupación plena	Personas que no trabajaron al menos una hora la semana anterior, que no tienen un trabajo al que volverán, ni buscaron trabajo en las últimas 4 semanas.	IF (POBPCOAC=3) Desempleo_pleno=1.
	Ocupados en empleos precarios	Ocupados no calificados con máximo nivel educativo ciclo básico	IF (PERAL08 = 5 and NIVELEDU < 5) Trab_prec=1.
Demografía	Personas en hogares monoparentales con jefatura femenina	Personas en hogares donde el jefe es mujer y reside únicamente con sus hijos	PERPA01 = 1 and PERPA01>0 (se construye a partir de una tipología de hogar, código disponible)
	Relación de dependencia demográfica	Relación entre la cantidad de personas menores de 15 años y mayores de 65 y la cantidad de personas de 15 a 64 años	IF (PERNA01 < 14 or PERNA01 > 64) Dependiente=1. IF (PERNA01_COD> 14 and PERNA01_COD < 65) Independiente=1.

Discapacidad	Personas con discapacidad severa	Si presenta mucha dificultad o no puede ver, oír, caminar o entender se dice tiene discapacidad severa.	IF ((PERDI01=3 or PERDI01=4 or PERDI02=3 or PERDI02=4 or PERDI03=3 or PERDI03=4 or PERDI04=3 or PERDI04=4 or PERDI06=3 or PERDI06=4 or PERDI07=3 or PERDI07=4)) Disca_severa=1.
Artefactos de Confort y TIC	Tenencia de Calefacción	Personas en hogares con medio para calefaccionar la vivienda	IF (HOGCA01<9) CALEFA=1.
	Tenencia de Refrigerador	Personas en hogares que dispone de refrigerador (con o sin freezer)	IF (HOGCE03=1) REFRI=1.
	Tenencia de Calefón	Personas en hogares que dispone de calefón o calentador eléctrico	IF (HOGCE27=1 or HOGCE26=1) CALEFON=1.
	Tenencia de internet	Personas en hogares con acceso a internet.	IF (HOGCE11=1) INTERNET=1.
Capital humano	Años de estudio del jefe de hogar	Años de estudio aprobados por el jefe de hogar	Indicador años de estudio (se incluye código). Se agrega como promedio de años de estudio del jefe

Fuente: elaboración propia en base a revisión de Entregable 1.

Caracterización de vulnerabilidad social 2023

La vulnerabilidad social nivel nacional urbano y por localidades.

La Tabla 2 muestra la incidencia de los indicadores presentados en la Tabla 1 a nivel nacional urbano. La primera columna muestra el valor absoluto de personas que clasifica el indicador; la segunda columna el porcentaje de incidencia del indicador en el universo considerado.

Entre los indicadores de vivienda el que tiene mayor incidencia es el de hacinamiento, el cual afecta a 13,5% de las personas, le sigue la tenencia insegura de la vivienda con el 9,4%. La tenencia segura de la vivienda es un indicador de aversión a la vulnerabilidad, se entiende que los hogares con tenencia segura tienen mejores chances de enfrentar situaciones de crisis o pérdida de bienestar; un 50% de las personas residentes en el área urbana integran hogares propietarios de su vivienda. Entre los restantes indicadores de la dimensión, tanto la privación en agua como en materiales de construcción afecta aproximadamente al 5% de las personas y la privación en baño al 3%. El 2% de las personas viven en viviendas que se han visto afectadas por inundaciones en los últimos 5 años, ello representa algo más de 75 mil habitantes.

El desempleo afecta al 9% de la población económicamente activa y el 10,2% de los ocupados urbanos se emplea en trabajos precarios, situaciones que suelen estar asociadas a bajos ingresos y un acceso deficitario a la seguridad social.

Un 11,5% de las personas reside en un hogar monoparental femenino, si bien, como se mostró en el documento conceptual, es discutible si este tipo de hogar, per se, supone un atributo de vulnerabilidad.

La tenencia de artefactos de confort se encuentra extendida entre los hogares urbanos con valores que se ubican en el torno del 90%. A su vez el 80% de los hogares urbanos cuenta con acceso a internet. Ello da cuenta de niveles relativamente altos de consumo privado.

El clima educativo del hogar es un indicador de aversión a la vulnerabilidad social; se supone que en los hogares donde los adultos tienen mejor nivel educativo, tienden a accederse a mejores fuentes de bienestar y las situaciones de crisis se pueden afrontar de mejor forma. En promedio los jefes de hogar uruguayos han aprobado 9,7 años de estudio, lo que supone niveles algo superiores al Ciclo Básico.

Tabla 2 Distribución absoluta y porcentual de indicadores de Vulnerabilidad Social y de aversión de la vulnerabilidad, Uruguay urbano 2023

	Absolutos	Porcentajes
Personas que habitan en viviendas con materiales livianos	165194	5,6
Personas en situación de hacinamiento	399905	13,6
Personas con privación en acceso a agua potable	147086	5,0
Privación en acceso a saneamiento	84016	2,9
Personas con inseguridad en la tenencia de la vivienda:	278640	9,4
Tenencia segura	1478352	50,1
Inundaciones en los últimos cinco años	75099	2,5
Deposición de residuos	19256	,7
Desocupación plena	147127	9,4
Ocupados en empleos precarios	126079	10,2
Personas en hogares monoparentales con jefatura femenina	336172	11,5
Relación de dependencia demográfica	0,519	
Personas con discapacidad severa	203071	7,0
Tenencia de Calefacción	2590928	87,9
Tenencia de Refrigerador	2766859	93,8
Tenencia de Calefón	2844368	96,4
Tenencia de internet	2392130	81,1
Promedio de años de estudio de los jefes de hogar	9,7	

Fuente: elaboración propia en base a Censo de Viviendas, Hogares y Personas 2023.

Los indicadores de vulnerabilidad social muestran clara heterogeneidad entre localidades. La Tabla 3 muestra las diez localidades con mayor incidencia en cinco indicadores seleccionados. Los valores más altos en los indicadores de vulnerabilidad social se encuentran en las localidades de menor cantidad de habitantes; con excepción de Punta del Diablo, Pintadito y Cuareim, las restantes localidades que encabezan los ordenamientos tienen menos de mil habitantes. Entre las que presentan mayor privación en materiales de construcción destaca Barrio Hípico,

localidad conurbada a la ciudad de Salto. Barrio Hípico también destaca como la localidad con niveles más altos de hacinamientos y tenencia insegura de la vivienda. La localidad El Espinillo, cercana a la ciudad de Paysandú presenta los niveles más altos de precariedad laboral y Cruz de los Caminos muestra los niveles educativos más bajos; se trata en todos los casos de localidades de menos de 300 habitantes.

La Tabla 3 se completa con ordenamientos que contemplan únicamente localidades de 5.000 y más habitantes. Entre las localidades peor clasificadas destacan dos grupos, por un lado las de la región metropolitana de Montevideo y por otro, ciudades del norte del país. En términos de privaciones materiales de la vivienda, los niveles más altos están en Neptunia y Pinamar. Entre las diez más afectadas también se encuentran 18 de Mayo, localidad conurbada a Las Piedras, Colonia Nicolich, Ciudad del Plata, Villa Crespo, Barros Blancos y Fraccionamiento Camino Andaluz, todas ellas localidades de la región metropolitana montevideana. Completan la lista la ciudad de Rivera, donde el 15% de las personas vive en viviendas de materiales livianos.

Nuevo Paysandú, localidad conurbada a la ciudad de Paysandú encabeza el listado de hacinamiento, le siguen nueve localidades metropolitanas, siete de las cuales también se encontraban clasificadas entre las más problemáticas en términos de materiales de construcción, sugiriendo la asociación entre estos indicadores de privación.

Neptunia y Colonia Nicolich son las localidades con mayor proporción de tenencia insegura de la vivienda. En el ordenamiento figuran dos localidades del norte (Bella Unión y Tranqueras), a las que se suma Mercedes. Llama la atención Montevideo y Punta del Este, ciudades que se encuentran entre las de mejor desempeño en muchos de los indicadores pero que presentan niveles altos de privación en tenencia de la vivienda.

Los niveles más altos de trabajo precario se encuentran en ciudades nortenas y fronterizas con Brasil, encabezan la clasificación Río Branco, Tranqueras, Rivera y Chuí. Completan la lista Nuevo Paysandú, Castillos y cuatro localidades metropolitanas (Andaluz, Nicolich, Villa Crespo y Neptunia).

Por último, entre las localidades con peores niveles educativos también se alternan las nortenas (Tranqueras, Río Branco, Guichón y Nuevo Paysandú) y las metropolitanas (Villa Crespo, Suarez, 18 de Mayo y Nicolich).

Tabla 3. Localidades con proporciones más altas en indicadores de privación de vulnerabilidad social. Uruguay urbano y Uruguay urbano mayor de 5.000 habitantes

TOTAL LOCALIDADES URBANAS INE									
Materiales livianos		Hacinamiento		Tenencia insegura		Trabajo precario		Clima educativo	
BARRIO HIPICO	0,82	BARRIO HIPICO	0,57	BARRIO HIPICO	0,89	EL ESPINILLO	0,63	CRUZ DE LOS CAMINOS	4,25
EL ESPINILLO	0,71	EL TALA	0,45	EL ESPINILLO	0,71	BARRIO FERNANDEZ	0,54	CERROS DE VERA	5,18
PALOMAS	0,61	BARRIO FERNANDEZ	0,43	CABO POLONIO	0,71	CERRILLADA	0,52	SARANDI DE ARAPEY	5,26
PTA. RUBIA Y STA. ISABEL DE LA PEDRERA	0,54	LLUVERAS	0,43	MORATO	0,54	BARRIO HIPICO	0,5	PASO DE LOS MELLIZOS	5,37
SANTA MONICA	0,49	LA PEDRERA	0,41	OLIVERA	0,52	FERNANDEZ	0,5	PASO ATAQUES	5,42
PUNTA DEL DIABLO	0,43	EL ESPINILLO	0,39	GUAVIYU DE ARAPEY	0,51	BARRIO TORRES	0,35	LAPUENTE	5,5
CABO POLONIO	0,42	ARAMENDIA	0,38	MASOLLER	0,4	QUINTANA	0,35	CUCHILLA DE GUAVIYU	5,52
CARRASCO DEL SAUCE	0,41	BARRIO LA CINACINA	0,37	CUAREIM	0,36	LA PEDRERA	0,34	FERNANDEZ	5,56
VILLA AREJO	0,4	PINTADITO	0,37	BERNABE RIVERA	0,33	CABO POLONIO	0,34	CLARA	5,56
CUCHILLA DE GUAVIYU	0,38	LA LUCHA	0,36	BAÑADO DE MEDINA	0,33	CASERIO LAS CAÑAS	0,33	OLIVERA	5,62
LOCALIDADES MAYORES DE 5 MIL HABITANTES									
Materiales livianos		Hacinamiento		Tenencia insegura		Trabajo precario		Clima educativo	
NEPTUNIA	0,27	NUEVO PAYSANDU	0,28	NEPTUNIA	0,17	RIO BRANCO	0,22	TRANQUERAS	6,98
PINAMAR - PINEPARK	0,2	18 DE MAYO	0,28	COLONIA NICOLICH	0,15	TRANQUERAS	0,21	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES	7,5
LA PALOMA	0,18	COLONIA NICOLICH	0,26	MONTEVIDEO	0,14	RIVERA	0,19	JOAQUIN SUAREZ	7,63
VILLA CRESPO Y SAN ANDRES	0,15	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES	0,26	BELLA UNION	0,14	CHUY	0,18	FRACC. CNO. ANDALUZ Y R.84	7,67
RIVERA	0,15	FRACC. CNO. ANDALUZ Y R.84	0,23	PUNTA DEL ESTE	0,14	FRACC. CNO. ANDALUZ Y R.84	0,18	RIO BRANCO	7,79
18 DE MAYO	0,15	TOLEDO	0,22	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES	0,14	COLONIA NICOLICH	0,18	18 DE MAYO	7,85
COLONIA NICOLICH	0,14	CIUDAD DEL PLATA	0,21	ARTIGAS	0,13	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES	0,18	BARROS BLANCOS	7,93
CIUDAD DEL PLATA	0,14	JOAQUIN SUAREZ	0,21	MERCEDES	0,1	CASTILLOS	0,18	COLONIA NICOLICH	8,05
FRACC.CNO. ANDALUZ Y R.84	0,13	BARROS BLANCOS	0,21	PASO CARRASCO	0,1	NUEVO PAYSANDU	0,17	GUICHON	8,1
BARROS BLANCOS	0,13	NEPTUNIA	0,21	TRANQUERAS	0,1	NEPTUNIA	0,16	NUEVO PAYSANDU	8,1

Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

Indicadores de vulnerabilidad social en áreas inundables de localidades urbanas

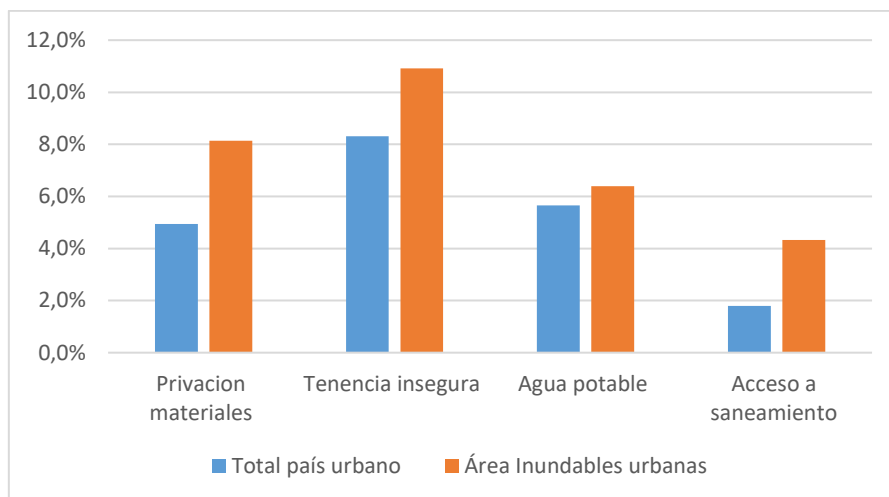
El presente apartado parte del supuesto que, la vulnerabilidad social en las áreas inundables de las ciudades uruguayas tienden a ser mayor que en las áreas no inundables, lo que dificulta particularmente la capacidad de estas poblaciones de hacer frente a estos eventos. Para ello, haciendo uso de la metodología de la Dirección Nacional de Aguas se delimitan las áreas inundables de las localidades urbanas y, superponiendo los microdatos del Censo del Viviendas, Hogares y Personas se caracterizan de forma agregadas la vulnerabilidad social de las susodichas áreas.

El trabajo de identificación de áreas inundables y de combinación de la información censal con la geobase de la Dirección, estuvo a cargo de DINAGUA. Según lo expuesto por sus técnicos, para la identificación de áreas inundables se utilizan los registros de DINAGUA. Para estimar la cantidad de personas expuestas a inundaciones en cada uno de los indicadores censales, así como la cantidad de personas que presentan condiciones de vulnerabilidad se aplica un coeficiente de repartición. Este coeficiente se calcula para cada zona censal a partir de la relación entre la superficie construida en área inundable y la superficie construida total. Una vez obtenido el coeficiente se distribuyen proporcionalmente las variables censales a las áreas efectivamente expuestas a inundaciones. Por su parte, la superficie construida se obtiene del conjunto de datos de construcciones identificadas por el proyecto Open Buildings (Sirko et al., 2021), desarrollado por Google. Las áreas inundables, por su parte, provienen del registro de curvas de inundación elaborado por Dinagua, tomando como referencia la curva de inundación por período de retorno 100 años (Tr_{100}); en aquellos casos donde no se dispone de esta información se utiliza la máxima crecida registrada.

Es importante señalar que la información presentada en este apartado tiene carácter de preliminar y se encuentra sujeta a revisión, ya que, como se anunciara antes, la información censal desagregada, necesaria para este tipo de ejercicios, se obtuvo tan solo unos días antes de cerrar este trabajo. Sin desmedro de estas advertencias, la información de las Figuras 1 y 2 es elocuente en mostrar una situación de desventaja relativa en las áreas urbanas inundables urbanas en comparación con el resto del Uruguay urbano. El 8% de las personas residentes en áreas inundables vive en viviendas construidas con materiales livianos, valor que no alcanza el 5% en el total país. Por su parte el 11% de las personas en áreas inundables tienen privaciones en la tenencia de la vivienda, frente a un 8% a nivel país urbano. En términos relativas las diferencias más acuciantes se observan en la privación en el acceso al saneamiento, la cual afecta a un 2% de los residentes del Uruguay urbano, pero alcanza el 4,3% en áreas inundables. Los indicadores de confort (Figura 2) también presentan niveles algo más bajos en áreas inundables.

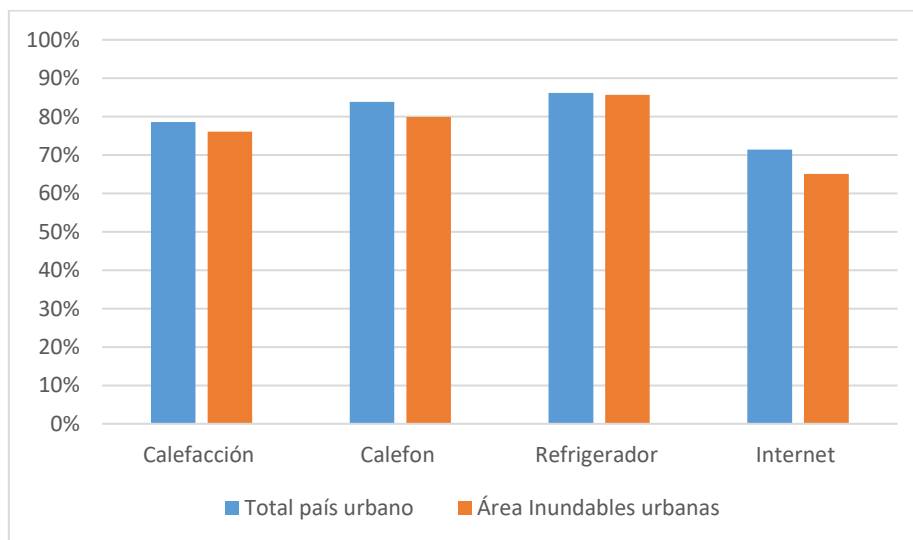
Lejos de ser concluyente, este aparado simplemente anuncia la necesidad de profundizar en el vínculo entre vulnerabilidad social y amenazas de inundación.

Figura 1. Indicadores de privación en vivienda y servicios básicos en Uruguay urbano y áreas urbanas inundables



Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

Figura 2. Indicadores básicos de confort en Uruguay urbano y áreas urbanas inundables



Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

Propuesta de Índices de Vulnerabilidad Social

Índice de vulnerabilidad social estimado por Análisis de Componentes Principales

En lo que sigue se presentan una serie de procedimientos orientados a la construcción de un Índice de Vulnerabilidad Social a nivel de localidades urbanas. En primer lugar se presenta la matriz de correlación de Pearson con los 18 indicadores seleccionados. Seguido de ello, se seleccionan una serie de variables para realizar un Análisis de Componentes Principales (ACP), con el objetivo de sintetizar la información disponible y captar las dimensiones subyacentes de la vulnerabilidad social. Esta técnica estadística permite reducir la cantidad de variables originales, identificando patrones comunes entre ellas y agrupándolas en componentes con sentido analítico. Su aplicación resulta especialmente útil para el estudio de fenómenos complejos como la vulnerabilidad, en tanto facilita la identificación de estructuras latentes y la construcción de indicadores sintéticos.

Dado que los indicadores utilizados tienen distinta unidad de medida (proporciones, promedios de años, razones), en primer lugar se estandariza la distribución de los indicadores a través de puntajes z , aplicando la siguiente fórmula:

$$z = \frac{X - \bar{X}}{s}$$

Donde X es el valor de la variable, \bar{x} el promedio y S el desvío estándar.

La Tabla 4 muestra la matriz de correlación de R de Pearson de los indicadores de vulnerabilidad social. El R de Pearson mide la relación entre dos variables, varía entre 1 y -1, cuanto más cercano a 1 es el valor la correlación es más fuerte. El signo da cuenta del sentido, signo positivo supone que la relación es directa, a más de uno más de otros, signo negativo supone correlación inversa, a más de uno menos de otros.

Las correlaciones de los indicadores de vivienda son positivas y relativamente altas; la privación en materiales, se correlaciona de forma positiva con hacinamiento, agua, saneamiento y tenencia insegura, y de forma inversa con la tenencia de artefactos de confort. En términos generales este patrón se confirma en las correlaciones de los otros indicadores de vivienda. El trabajo precario muestra correlación alta y directa con los indicadores de vivienda y alta e inversa con los de confort y el clima educativo. Este último tiende a tener una correlación inversa relativamente alta con todos los indicadores de vulnerabilidad y, por el contrario, se relaciona de forma directa con los indicadores inhibidores de la vulnerabilidad (artefactos de confort e internet). No se destacan correlaciones altas

de la tenencia segura, la dependencia demográfica y la discapacidad con los indicadores de aversión o precariedad.

Tabla 4. Matriz de correlación indicadores de privación y aversión a la vulnerabilidad social, localidades urbanas Uruguay 2023

Correlaciones																		
	Material es	Hacinamiento	Agu a	Saneamient o	Tenenci a Insegur a	Tenenci a Segura	Inund a	Residuo s	Desemple o	Trabajo Precari o	Dependenci a	Disc a	Calefacció n	Calentad or	Refrigerad or	Interne t	Clima educativ o	Hogar Monoparent al
Materiales	1																	
Hacinamiento	,428	1																
Agua	,480	,253	1															
Saneamiento	,326	,336	,136	1														
Tenencia Insegura	,540	,410	,476	,161	1													
Tenencia Segura	,036	-,138	-,115	-,017	-,388	1												
Inunda	,117	,128	,031	,207	,104	-,003	1											
Residuos	-,477	-,356	-,472	-,099	-,460	,129	,016	1										
Desempleo	,090	,396	-,044	,233	,169	-,166	,137	-,054	1									
Trabajo Precario	,393	,357	,328	,142	,259	-,095	-,031	-,342	,186	1								
Dependencia	-,148	-,073	-,141	-,102	-,118	,139	-,063	,075	-,056	,019	1							
Disca	-,008	,095	,025	,112	,014	-,111	,142	-,019	,268	,159	,104	1						
Calefacción	-,449	-,640	-,233	-,322	-,434	,140	-,230	,344	-,395	-,329	,072	-,185	1					
Calentador	-,499	-,562	-,486	-,198	-,523	,142	-,008	,521	-,218	-,500	,017	-,005	,491	1				
Refrigerador	-,391	-,331	-,382	-,134	-,445	,187	-,097	,389	-,228	-,400	,075	-,172	,299	,353	1			
Internet	-,132	-,360	-,061	-,102	-,128	,125	,052	,278	-,329	-,391	-,082	-,170	,195	,413	,281	1		
Clima educativo	-,068	-,405	-,014	-,048	-,118	,250	,035	,162	-,419	-,452	,003	-,293	,230	,362	,244	,726	1	
Hogar Monoparental	-,068	,147	-,097	,111	,035	-,272	,015	-,002	,222	,187	-,061	,209	-,184	-,105	-,191	-,287	-,362	1

Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

A fin de reducir la cantidad de variables utilizadas para dar cuenta de la vulnerabilidad social y evaluar cuáles tienen mayor capacidad para dar cuenta del fenómeno, se desarrolla un Análisis de Correspondencia Múltiple a nivel de localidades del Uruguay. Se comienza por poner a prueba todos los indicadores de vulnerabilidad con excepción de dependencia, discapacidad y tenencia segura de la vivienda que era, a priori, los que mostraban las correlaciones más bajas. Dado que el set indicadores propuesto incluye tanto indicadores de privación como indicadores de aversión a la vulnerabilidad social (tenencia de refrigerador, calefón, calentados, internet y clima educativo), a estos últimos se les invierte el sentido, de modo que todos den cuenta de una relación directa con la vulnerabilidad social. La Tabla 5 muestra las pruebas de KMO y Bartlett que permiten evaluar el APC en general. El primer test, evalúa en qué medida hay suficiente correlación entre las variables como para ameritar un análisis de correspondencia. Valores superiores a 0.8 implican una muy buena adecuación; para el presente análisis el KMO se ubica en 0,839. La prueba de Bartlett incorpora un componente inferencia y permite determinar en qué medida las variables están significativamente correlacionadas. Valores p inferiores a 0,05, como los obtenidos en este ejercicio, suponen correlaciones estadísticamente significativas. En síntesis, el ACP, en términos generales, resulta un procedimiento adecuado sintetizar los indicadores de vulnerabilidad.

Tabla 5. Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,839
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	2451,994
	gl	91
	Valor p.	0,000

Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

La Tabla 6 muestra los componentes obtenidos en el análisis, los 14 indicadores incluidos son reducidos a tres componentes o factores a los que se les puede atribuir cierto sentido analítico. El primer componente agrupa indicadores vinculados a privaciones materiales en vivienda y los artefactos de confort. El acceso al agua potable, la gestión de residuos, el material de construcción, la tenencia insegura de la vivienda y la tenencia de calentador, son cinco de los indicadores que más aportan a este primer factor, seguidos por la tenencia de refrigerador y el hacinamiento. El hacinamiento tiene como particularidad que es el único indicador que contribuye a los tres componentes, lo que puede sugerir su contribución transversal a distintas dimensiones de la vulnerabilidad social.

El segundo componente agrupa, en este orden, el clima educativo, el acceso a internet, los hogares monoparentales y el desempleo. De algún modo, refiere a aspectos de la vulnerabilidad vinculados a los social y no a directamente a la privación material. La privación en educación repercute en el acceso

al mercado de trabajo, la privación en internet por su parte, puede dar cuenta de limitaciones para acceder tanto a la educación como al mercado.

El tercer y último componente no asume rasgos analíticos tan claros como los dos primeros, en este se combinan el acceso al saneamiento, el habitar en una casa que se inunda y la tenencia de calefacción; en todos los casos la correlación de los indicadores con el factor es más baja que en los dos primeros componentes.

Matriz de componente rotadoa			
	Componente		
	Privación material	Privación social	Combinación de privaciones
Privagua	,774		
RESIDUOS	,766		
Privmatbeta	,744		
Tensins	,741		
CALENTADOR	,739	,333	
REFRI	,570		
HACIN	,494	,429	,452
Climaeducativo		,872	
INTERNETmean		,808	
Monofem		,587	
Desempleo		,576	,463
Inunda			,672
Privsanea			,660
CALEFmean	,456		,598
Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.			

Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

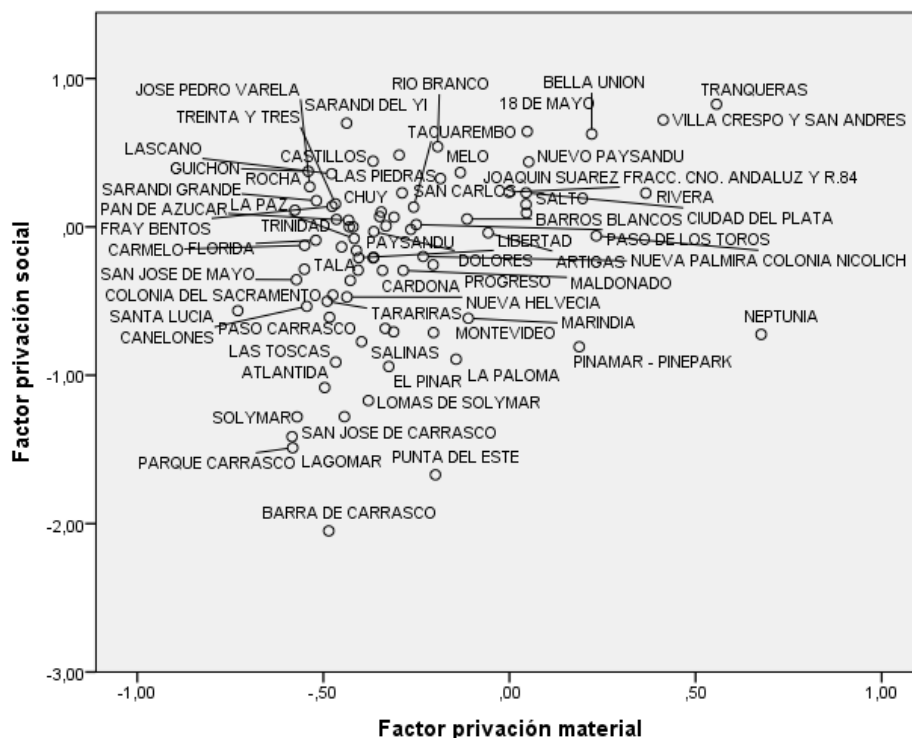
La reducción de indicadores en un componente arroja como resultado una variable sintética que expresa una puntuación resumen. La Tabla 7 muestra las diez localidades con peor puntuación en privación material y en privación social. Como se advierte, los niveles más altos de privación en ambos factores se encuentran en localidades menores de quinientos habitantes. Al restringir el ordenamiento a las localidades mayores a cinco mil habitantes las localidades del norte del país, así como las de la región metropolitana de Montevideo son las que presentan los peores niveles. La puntuación en el factor de privación material la encabeza Neptunia, seguido por Tranqueras, la cual también encabeza el ordenamiento de localidades con privaciones sociales.

Tabla 7. Ordenamiento de localidades según puntuación en factores			
Total localidades		Localidades mayores de 5 mil habitantes	
Factor privación material	Factor privación social	Factor privación material	Factor privación social
EL ESPINILLO	CERRILLADA	NEPTUNIA	TRANQUERAS
BARRIO HIPICO	ARBOLITO	TRANQUERAS	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES
CABO POLONIO	TRES ISLAS	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES	SARANDI DEL YI
PORT. DE HIERRO Y CAMPODONICO	LLUVERAS	RIVERA	18 DE MAYO
CERRO CHAPEU	JAVIER DE VIANA	COLONIA NICOLICH	BELLA UNION
BARRIO FERNANDEZ	CAMPO DE TODOS	BELLA UNION	RIO BRANCO
OLIVERA	CASTILLOS (Soriano)	PINAMAR - PINEPARK	EJIDO DE TREINTA Y TRES
FRANQUIA	LAURELES	NUEVO PAYSANDU	CASTILLOS
CLARA	CERRO CHATO (Paysandú)	18 DE MAYO	NUEVO PAYSANDU
VILLA AREJO	ARAMENDIA	SALTO	GUICHON

Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

En la Figura 1 se muestra la distribución de localidades mayores de 5 mil habitantes según puntuación en privación material y privación social, en el cuadrante superior derecho se concentran las localidades con niveles más altos de privación en ambos factores, destacan entre ellas Tranqueras, Bella Unión, Nuevo Paysandú y Rivera, por parte de las norteñas, y Villa Crespo, Ciudad del Plata y 18 de Mayo entre las de la región metropolitana de Montevideo. En el cuadrante inferior derecho se concentran las localidades con menores niveles de vulnerabilidad social, en ambos factores, destacan localidades costeras del área metropolitana sureste, a las que se suma Punta del Este. Los cuadrantes superior izquierdo e inferior derecho son casos atípicos, con puntuación alta en un factor y baja en otro; Neptunia por ejemplo presenta los peores niveles de privación material, sin embargo no presenta niveles particularmente altos de privación social. Guichón por el contrario, se encuentra entre las localidades con mayores niveles de privación social, sin embargo los niveles de privación material no son particularmente altos.

Figura 1. Diagrama de dispersión de localidades de 5 mil y más habitantes según puntuación en factores



A fin de integrar la información de vulnerabilidad social en una única medida sintética, y de cotejar que indicadores aportan más en la carga del componente, se replica el anterior ejercicio pero procurando obtener como resultado un único factor de vulnerabilidad social; un Índice de Vulnerabilidad Social obtenido a través del ACP. La Tabla 8 muestra el resultado de reducir los indicadores de vulnerabilidad social a un único factor o índice. Entre los indicadores que más contribuyen a la puntuación destacan los de privación en vivienda y confort. No es menor señalar que 3 de los cinco principales indicadores del análisis ya son usados en los mapas de riesgo de DINAGUA (2021, 2022, 2025)

Tabla 8. Matriz de un componente	
	Componente Vulnerabilidad Social
Calentador	,787
Hacinamiento	,761
Calefacción	,711
Tenencia insegura	,687
Privación material	,679
Residuos	,641
Refrigerador	,614
Agua	,543
Internet	,519
Clima educativo del hogar	,493
Desempleo	,443
Saneamiento	,391
Monoparental	
Inundación	

Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

El ordenamiento de localidades según niveles de vulnerabilidad social muestra reitera en buena medida lo obtenido a través del análisis de dos factores; las localidades con peores desempeños son las de menor cantidad de habitantes. Sin embargo, en el ordenamiento según Índice de Vulnerabilidad, destacan dos localidades mayores de mil habitantes, ambas en el departamento de Artigas (Cuareim y Pintadito).

Si se consideran las localidades mayores de 5 mil habitantes, el ranking está encabezado por localidades de la región metropolitana de Montevideo (Villa Crespo, Neptunia, 18 de Mayo y Colonia Nicolich). Entre las nortañas destacan Nuevo Paysandú, Bella Unión y Tranqueras.

Tabla 9. Ordenamiento de localidades urbanas y localidades urbanas mayores de 5.000 habitantes según puntuación en el Índice de Vulnerabilidad Social por APC.

Total localidades	Localidades mayores a 5.000 habitantes
BARRIO HIPICO	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES
EL ESPINILLO	NEPTUNIA
PORT. DE HIERRO Y CAMPODONICO	18 DE MAYO
CABO POLONIO	COLONIA NICOLICH
OLIVERA	NUEVO PAYSANDU
CUAREIM	FRACC. CNO. ANDALUZ Y R.84
BARRIO FERNANDEZ	CIUDAD DEL PLATA
PINTADITO	BELLA UNION
BARRIO LA CINACINA	TRANQUERAS
VILLA AREJO	BARROS BLANCOS

Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

Índice sumatorio simple de Vulnerabilidad Social

El Análisis de Componente Principales es fecundo en reducir dimensiones e identificar los indicadores que más contribuyen a la conformación de un componente. Dado ello, como se mostrara en el Entregable 1, su uso es extendido en los trabajos como los de vulnerabilidad social, que procuran establecer una medida sintética de un concepto que, para su aprensión, deben ser considerados, necesariamente, múltiples indicadores.

Sin embargo, su aplicación y comunicación para un público que no está familiarizado con los procedimientos estadísticos puede tener dificultades. Parecería más intuitiva la idea de sumar directamente los valores de los indicadores en una media sintética simple; un Índice Sumatorio Simple, que clasifique las localidades atendiendo a la suma de la incidencia de sus indicadores.

Partiendo de los indicadores identificados en el ACP como más relevantes, se propone en este apartado un Índice Sumatorio Simple de Vulnerabilidad Social y se cotejan sus resultados con los obtenidos en el Índice de Vulnerabilidad Social por ACP.

El índice considera los cinco indicadores que más aportan al ACP. A saber; Privación material, tenencia insegura, hacinamiento, privación en calefacción y privación en calentador. Dado que los cinco indicadores están medidas en proporciones y todos dan cuenta de privación (se invierte el sentido de los indicadores de privación en calefacción y calentador), simplemente se procede a sumar proporciones. El Índice de Vulnerabilidad Social sumatorio simple, varía entre 0 (ausencia de vulnerabilidad) y 5 (máxima vulnerabilidad) y se calcula del siguiente modo:

$$IVS_{ss} = pPriv_material + pTenencia_insegura + pHacinamiento + pPriv_calefacción + pPriv_calentador$$

Donde $pPriv_material$ es proporción de personas en la localidad que viven en viviendas con materiales livianos, $pTenencia_insegura$ proporción de personas cuyos hogares tienen tenencia insegura de la vivienda, $pHacinamiento$ de personas en situación de hacinamiento, $pPriv_calefacción$ proporción de personas en hogares que no disponen de artefactos para calefaccionar la casa y $pPriv_calentador$ proporción de hogares que no disponen de calentador o calefón para calentar el agua del baño.

La Tabla 10 muestra el ordenamiento del total de localidades y de las localidades de 5 mil y más habitantes, según el Índice de Vulnerabilidad Social sumatorio simple y según el Índice de Vulnerabilidad Social por APC reducido a los cinco indicadores que más contribuían al IVSapc original; es decir lo que también integran el IVSss

Los ordenamientos por uno y otro criterio son sumamente consistentes; tanto para localidades en general como para las mayores de 5 mil habitantes, sin desmedro de algunas alteraciones en el orden, las diez peores puntuadas coinciden con uno y otro Índice.

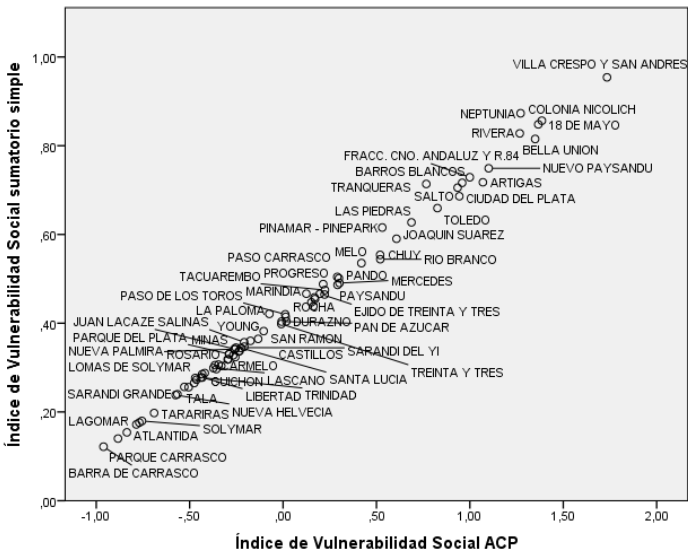
Tabla 10. Ordenamiento de localidades urbanas y localidades urbanas mayores de 5.000 habitantes según puntuación en el Índice de Vulnerabilidad Social sumatorio simple y en el Índice de Vulnerabilidad Social (reducido) por APC.

Total localidades		Localidades mayores a 5.000 habitantes	
IVSss	IVS apc	IVSss	IVS apc
BARRIO HIPICO	BARRIO HIPICO	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES	VILLA CRESPO Y SAN ANDRES
EL ESPINILLO	EL ESPINILLO	NEPTUNIA	COLONIA NICOLICH
OLIVERA	BARRIO FERNANDEZ	COLONIA NICOLICH	18 DE MAYO
BARRIO FERNANDEZ	OLIVERA	18 DE MAYO	BELLA UNION
PINTADITO	PINTADITO	RIVERA	NEPTUNIA
MASOLLER	VILLA AREJO	BELLA UNION	RIVERA
VILLA AREJO	CUAREIM	NUEVO PAYSANDU	NUEVO PAYSANDU
CABO POLONIO	PORT. DE HIERRO Y CAMPODONICO	FRACC. CNO. ANDALUZ Y R.84	ARTIGAS
CUAREIM	MASOLLER	ARTIGAS	FRACC. CNO. ANDALUZ Y R.84
PORT. DE HIERRO Y CAMPODONICO	CABO POLONIO	BARROS BLANCOS	BARROS BLANCOS

Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

La Figura 2 muestra la distribución de las localidades según su puntuación en uno y otro índice. Se constata una linealidad casi perfecta, que se ratifica en un coeficiente de correlación R de Pearson entre ambos índices de 0,997. En síntesis, la medición de la vulnerabilidad social a través del Índice de Vulnerabilidad Social sumatorio simple y el Índice de Vulnerabilidad Social obtenido a través del Análisis de Componentes Principales son robusto al llegar a resultados prácticamente idénticos.

Figura 2. Diagrama de dispersión de localidades mayores de 5 mil habitantes según puntuación en el Índice de Vulnerabilidad social sumatorio simple y el Índice de Vulnerabilidad Social por ACP



Fuente: elaboración propia en base a Censo 2023

Reflexiones finales

El propósito general de la consultoría “Actualización de la información de vulnerabilidad para la actualización de mapas de riesgo de inundaciones de las ciudades de la región” fue contribuir a actualizar y mejorar la inclusión de la vulnerabilidad social en los mapas de riesgo de inundaciones de DINAGUA. Para ello, a lo largo del trabajo, en primer lugar se abordó teóricamente la vulnerabilidad y su vínculo con el riesgo, seguido de lo cual se presentó una revisión de antecedentes de investigación. Ambos esfuerzos contribuyeron a la delimitación de un amplio set de 18 indicadores organizados en 6 dimensiones, cuya definición y forma de cálculo se desarrolla en la Tabla 1 del documento que aquí concluye.

Los análisis estadísticos desarrollados en estos capítulos, contribuyeron a establecer que, si bien los 18 indicadores seleccionados son teóricamente relevantes, no todos aportan de igual forma a la cuantificación de la vulnerabilidad social. El Análisis de Componentes Principales dio como resultado la conformación de dos factores con claro sentido analítico; por un lado un factor que agrupa indicadores de privación en vivienda y artefactos de confort, que se dio a llamar factor de privación material de la vulnerabilidad social, y otro que agrupa indicadores de educación, empleo, hogar y tics, que se dio a llamar factor de privación social de la vulnerabilidad.

En función de la puntuación obtenida en uno y otro factor se obtuvieron ordenamientos de localidades, dentro de las que destacan por los peores resultados las localidades menores de mil habitantes y localidades mayores de cinco mil habitantes del norte del Uruguay y de la región metropolitana de Montevideo.

A fin de llegar a una medida sintética de vulnerabilidad, un Índice de Vulnerabilidad Social, se propusieron dos caminos, que a la postre dieron resultados casi idénticos. Por un lado se desarrolló un Análisis de Componentes Principales que diera como resultado un único indicador, luego de lo cual se lo re estimó utilizando únicamente los cinco indicadores que más contribuían al factor. Estos fueron privación en materiales de la vivienda, hacinamiento, tenencia insegura, privación en calefón o calentador de agua para el baño y privación en calefacción. Se obtuvo como resultado un Índice de Vulnerabilidad Social por ACP (IVS_{ACP}) en función del cual se clasificaron las localidades de más a menos vulnerables.

Por otra parte, se propuso un Índice de Vulnerabilidad Social sumatorio simple (IVS_{SS}), el cual se estimó como la suma simple de la proporción de población privada en cada uno de los antedichos indicadores. Los resultados de uno y otro Índice se cotejaron, arrojando resultados casi idénticos. Entendiendo que el Índice de Vulnerabilidad Social sumatorio simple es de más sencilla interpretación y análisis, y

atendiendo a la robustez de los resultados al compararlo con los obtenidos a través de técnicas estadísticas más sofisticadas como el ACP, este trabajo sugiere explorar y considerar la inclusión de un Índice de Vulnerabilidad Social sumatorio, como el que aquí se propone, en los mapas de riesgo de DINAGUA.