



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Pregrado
Carrera de Geografía

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL TERREMOTO EN IQUIQUE DEL AÑO
2014, ASOCIADOS A LA VULNERABILIDAD Y VIVIENDA PRECARIA.
I REGION DE TARAPACÁ, CHILE**

Memoria para optar al título de Geógrafa

ALEJANDRA ISABEL TAPIA TAPIA

Profesor Guía: Carmen Paz Castro Correa

Proyecto FONDECYT N° 1130259_2013

SANTIAGO-CHILE

2017

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a la profesora Carmen Paz Castro por darme la oportunidad de guiar esta investigación y ser parte del proceso de aprendizaje que involucró mi memoria.

Agradecer especialmente a mi abuela Gladys Rodríguez, por su infinita paciencia y sabiduría, al apoyarme y acompañarme durante todo mi proceso educativo y sobre todo a lo largo de mi vida. Sin ella no hubiera sido posible.

A mis amigos y compañeros de carrera, por el apoyo brindado en cada trabajo que hicimos, sobre todo por las inolvidables y divertidas experiencias en los terrenos, que sin duda pasarán a formar parte importante de mis recuerdos. Gracias, Diego Urzúa, Isabel Rodríguez y sobre todo a Jean Dinamarca, cuyo apoyo y paciencia ha sido fundamental para poder terminar este importante proceso.

Mi más sincero agradecimiento a Rodrigo Moreno, por su voluntad al responder mis interminables preguntas sobre análisis factorial y vulnerabilidad, además no puedo dejar de mencionar, al profesor Jaime Díaz, que siempre tuvo disposición para responder a las dudas que surgían en mi trabajo.

Finalmente, agradecer a todos los profesores, ayudantes y compañeros que directa o indirectamente, fueron parte importante de este proceso que llega a su fin, una etapa que es sólo el comienzo de mi gran aventura como geógrafa.

Agradezco a todos lo que han hecho de mi paso por la Universidad de Chile, una de las mejores y enriquecedoras experiencias de mi vida.

Gracias a todos.....

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”

Nelson Mandela

ÍNDICE DE CONTENIDOS

REUMEN	8
ABSTRACT.....	9
1 CAPITULO I: PRESENTACIÓN	10
1.1 INTRODUCCIÓN.....	10
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.3 AREA DE ESTUDIO	14
1.4 OBJETIVOS.....	18
1.4.1 Objetivo general.....	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
1.5 HIPÓTESIS.....	18
2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 Riesgo	19
2.1.1 Composición del Riesgo	20
2.2.2 Desastre como resultado del riesgo y vulnerabilidad en hábitat urbano.....	22
2.2 Amenazas de origen natural	23
2.3 Condición de vulnerabilidad global.....	24
2.3.1 Vulnerabilidad territorial frente a escenarios de desastres	27
2.3.2 Vulnerabilidad social en función del desastre.....	29
2.3.3 Vulnerabilidad Demográfica	32
2.3.4 Vulnerabilidad físico- estructural de asentamientos humanos	33
2.4 Concepto de vivienda.....	35
2.4.1 Vivienda precaria en contextos de desastres	39
2.4.2 Vulnerabilidad física de viviendas frente a sismos.	42
2.5 Clasificación de daños estructurales post-desastre en Chile.....	44
2.5.1 Legislación y planificación en materia de construcción en Chile ..	46
2.5.2 Normas técnicas de regulación antisísmica.	46
2.5.3 NCh 433. OF.96. Diseño Sísmico de Edificios	47
3 CAPITULO III: ANTECEDENTES GENERALES	50
3.1 Contexto mundial del caso de estudio.....	50
3.1.1 Antecedentes históricos	52
3.1.2 Características Sociodemográficas	53

3.1.3	Características habitacionales de Iquique	53
3.2	Características físicas de Iquique.....	54
3.2.1	Geomorfología	54
3.2.2	Características Geológicas:	56
3.2.2.1	Sistemas de Fallas geológicas Iquique:	57
3.2.2.2	Basamento Rocoso:	58
3.2.3	Fuentes sismogénicas en Chile	58
3.2.4	Características sísmicas de Iquique.....	60
3.3	Amenazas de origen natural en la comuna	65
3.3.1	Amenaza sísmica.....	65
3.3.2	Remoción en masa- deslizamientos.....	65
3.3.3	Tsunami.....	66
4	CAPITULO IV: PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	67
4.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	67
4.2	Pasos metodológicos	69
4.2.1	Identificar las zonas que permanecen con viviendas afectadas ...	69
4.2.2	Factores de origen físico-natural que incidieron en los daños de las viviendas	70
4.2.3	Análisis de vulnerabilidad prevalente	72
4.2.4	Identificar la exposición asociada a la vulnerabilidad y vivienda precaria a través de un mapa de riesgo en el área de estudio.....	79
5	CAPITULO V: RESULTADOS	80
5.1	Sectores que permanecen afectados.....	80
5.1.1	Espacialización de las viviendas	88
5.1.2	Sistematización de los daños sobre las viviendas.....	90
5.2	Factores de origen físico-natural.....	96
5.2.1	Análisis Norma Chilena NCh 433.Of96	99
5.3	Análisis de la vulnerabilidad prevalente	108
5.3.1	Dimensiones de vulnerabilidad prevalente y su patrón espacial.	108
5.3.2	Dimensiones de vivienda precaria y su distribución espacial.	120
5.3.3	Estandarización de factores, a través de Puntuación Z.....	128
5.4	Exposición asociada a la vulnerabilidad y viviendas precarias	131

6	CAPITULO VI: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	138
6.1	DISCUSIONES	138
6.2	CONCLUSIONES	143
7	CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA	146
8	ANEXOS	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1: Área de estudio.	16
Figura Nº 2: Distritos censales considerados.	17
Figura Nº 3: Las dimensiones de la vulnerabilidad territorial	29
Figura Nº 4: Clasificaciones usadas en la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98)	43
Figura Nº 5: Materialidad predominante en Iquique.....	54
Figura Nº 6: Sistema de fallas en Iquique.....	58
Figura Nº 7: Perfil esquemático de fuentes sismogénicas presentes en Chile... 60	
Figura Nº 8: Zona de epicentro terremoto 02 de abril de 2014	62
Figura Nº 9: Sismicidad superficial asociada a actividad precursora correspondiente a etapas de liberación de energía durante el mes de enero y marzo de 2014.....	63
Figura Nº 10: Distribución espacial de viviendas afectadas. Fuente: MINVU (2014)	81
Figura Nº 11: Casas y departamentos afectados por el terremoto Iquique 2014 en el área de estudio.....	82
Figura Nº 12: Población Bellavista, sector de viviendas demolidas	84
Figura Nº 13: Gráfico total de daños población Bellavista	84
Figura Nº 14: Población Mauque, sector de viviendas demolidas al año	85
Figura Nº 15: Gráfico total de daños Población Mauque	85
Figura Nº 16: Población Las Dunas, se observa una menor cantidad de viviendas producto de que fueron demolidas	86
Figura Nº 17: Gráfico de daños Población Las Dunas.....	86
Figura Nº 18: Gráfico total de daños Condominio Pablo Neruda	87
Figura Nº 19: Áreas afectadas por el terremoto. Fuente: Elaboración propia	89
Figura Nº 20: Porcentajes de daños en las viviendas.....	90
Figura Nº 21: Conjuntos habitacionales Matilla I y II: Estado de las viviendas al año 2016.....	91
Figura Nº 22: Conjunto habitacional Pablo Neruda: Estado material de los departamentos post-terremoto.	91
Figura Nº 23: Vista terreno: viviendas demolidas de conjunto habitacional las Dunas.	93

Figura Nº 24: Población Mauque, estado de demolición de las viviendas año 2015.....	95
Figura Nº 25: Conjunto habitacional Los Alelíos, estado de los departamentos al año 2016.....	96
Figura Nº 26: Distribución de viviendas afectadas y amplificación sísmica.....	98
Figura Nº 27: Zona de ruptura sísmica histórica y zonas recientes para terremotos interplaca al sur de Perú y norte de Chile.	102
Figura Nº 28: Propuesta de microzonificación para la ciudad de Iquique	103
Figura Nº 29: Correlaciones variable mediana	110
Figura Nº 30: Correlación variable sin acceso a servicios higiénicos.....	110
Figura Nº 31: Correlación factor discapacidad mental	111
Figura Nº 32: Correlación factor dependencia	111
Figura Nº 33: Factor vivienda precaria	113
Figura Nº 34: Factor discapacidad intelectual	114
Figura Nº 35: Factor precariedad material.....	115
Figura Nº 36: Factor población dependiente	116
Figura Nº 37: Factor desventaja socioeconómica.....	117
Figura Nº 38: Factor vivienda colectiva	118
Figura Nº 39: Factor ocupación de la vivienda	119
Figura Nº 40: Factor vivienda precaria	123
Figura Nº 41: Factor sin acceso a saneamiento	124
Figura Nº 42: Factor construcción tipo vernácula	125
Figura Nº 43: Factor vivienda colectiva	126
Figura Nº 44: Factor ocupación de la vivienda	127
Figura Nº 45: Estandarización vulnerabilidad prevalente.....	129
Figura Nº 46: Estandarización vivienda precaria	130
Figura Nº 47: Exposición vulnerabilidad prevalente.....	133
Figura Nº 48: Exposición vivienda precarias	134
Figura Nº 49: Vista, Barrio de emergencia Mirador, ubicado en zona expuesta	135
Figura Nº 50: Barrio de emergencia Mirador, muros de contención.....	135
Figura Nº 51: Viviendas Barrio de emergencia Mirador	136
Figura Nº 52: Viviendas precarias aledañas al Cerro Dragón.....	136
Figura Nº 53: Precariedad material de viviendas y autoconstrucción	137
Figura Nº 54: Viviendas afectadas por el deslizamiento de material arenoso del complejo duranio Cerro Dragón.	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Evaluación técnica en viviendas	45
Tabla N° 2: Evolución histórica y regulación antisísmica Chilena	49
Tabla N° 3: Viviendas destruidas por riesgo intensivo, 1990-2013.....	51
Tabla N° 4: Resumen de distribución espacio-temporal de actividad sísmica interplaca para eventos $M > 7.0$ desde 1900 y de eventos históricos de magnitud $m > 8.0$, en la zona de brecha sísmica.....	61
Tabla N° 5: Viviendas afectadas por tipo de daño estructural en la comuna de Iquique	64
Tabla N° 6: Número de Familias con soluciones habitacionales	64
Tabla N° 7: Niveles de riesgos asociados a Normativa sísmica NCh 433	71
Tabla N° 8: Indicadores de vulnerabilidad socio-demográfica.....	72
Tabla N° 9: Indicadores para vulnerabilidad socio-económica	74
Tabla N° 10: Indicadores para vulnerabilidad socio-residencial	75
Tabla N° 11: Indicadores de vivienda precaria.....	77
Tabla N° 12: Viviendas afectadas a nivel regional	80
Tabla N° 13: Resumen de evaluación de daños por conjunto habitacional	83
Tabla N° 14: Resumen sectores afectados por el terremoto	88
Tabla N° 15 : Observaciones técnicas realizadas por la Municipalidad de Iquique 2014	92
Tabla N° 16: Observaciones técnicas en población Los Puquios.....	92
Tabla N° 17: Observaciones técnicas realizadas en conjunto habitacional Las Dunas ..	94
Tabla N° 18: Observaciones técnicas realizadas en conjunto habitacional Las Dunas ..	94
Tabla N° 19: Daños estructurales Conjunto Habitacional Las Quintas	95
Tabla N° 20: Daños estructurales Conjunto Habitacional Los Alelíos	96
Tabla N° 21: Años de edificación de conjuntos habitacionales afectados	100
Tabla N° 22: Resumen de los informes técnicos.....	106
Tabla N° 23: Análisis de dimensiones vulnerabilidad social	109
Tabla N° 24: Análisis componentes vivienda precaria.....	121

REUMEN

La presente investigación analiza los efectos producidos por el terremoto del 2014 en la ciudad de Iquique, en las viviendas ubicadas de los sectores que fueron mayormente afectados y realiza el estudio asociado a la vulnerabilidad social, precarización de la vivienda y las condiciones físico-naturales que propiciaron los efectos del terremoto sobre las viviendas.

Además, el estudio se centra en identificar los factores que involucran las características sociales, demográficas y residenciales de las manzanas censales correspondientes a los conjuntos habitacionales que concentraron la mayor cantidad de viviendas afectadas. Esta investigación se desarrolla en el contexto de una ciudad que presenta diversas amenazas de origen natural, tales como deslizamiento, inundación de tsunami y riesgo sísmico con efectos como licuefacción. Además, la ciudad de Iquique presenta una planificación urbana ausente de normativa actualizada, frente a una creciente expansión debido a un ritmo acelerado de crecimiento demográfico.

Se realiza una revisión bibliográfica junto con el análisis de catastros solicitados a distintas instituciones, a fin de detectar las áreas que sufrieron mayor afectación y los efectos estructurales producidos por el terremoto. Para evaluar la vulnerabilidad y las condiciones residenciales se utilizaron datos extraídos de Censo año 2002, los que son procesadas a través del método de análisis factorial para establecer los factores que representen las condiciones de vulnerabilidad en el área de estudio con el objetivo de identificar su exposición a través de mapas de riesgos.

Entre los principales resultados se establece que las viviendas afectadas se focalizan en sectores longitudinales de la ciudad y se distribuyen de forma homogénea en el resto del área de estudio. Entre los efectos producidos por el terremoto a las viviendas se identifican los asentamientos de terreno, producto de que la localización en zonas propensas a licuefacción y la antigüedad de construcción no están ceñidas a la actual normativa de construcción antisísmica NCh 433 Of.96. Otro factor a considerar son vicios constructivos y ampliaciones irregulares. Las zonas identificadas como de mayores niveles de vulnerabilidad corresponden a los asentamientos de tipo informal con viviendas precarias, localizadas en el área occidental de la duna Cerro Dragón, las que presentan a su vez mayores niveles de exposición a riesgos.

Palabras clave:

Vulnerabilidad, Viviendas, Terremoto Iquique 2014, Riesgos.

ABSTRACT

The present research analyzes the effects of the earthquake of 2014 in the city of Iquique, on the homes located in the sectors that were most affected, and carries out the study associated with social vulnerability, housing precarization and physical-natural conditions that Propitiated the effects of the earthquake on housing.

In addition, the study focuses on identifying factors that involve the social, demographic and residential characteristics of the census blocks corresponding to the housing complexes that concentrated the largest number of affected dwellings. This research is developed in the context of a city that presents various hazard of natural origin, such as sliding, tsunami flood and seismic risk with effects such as liquefaction. In addition, the city of Iquique presents an urban planning lacking up-to-date regulations, in the face of a growing expansion due to an accelerated rate of population growth.

A bibliographic review was carried out together with the analysis of cadasters requested from different institutions, in order to detect the areas that suffered the greatest impact and the structural effects produced by the earthquake. In order to evaluate the vulnerability and the residential conditions, data extracted from the 2002 Census were used, which are processed through the factor analysis method to establish the factors that represent the vulnerability conditions in the study area with the objective of identifying their exposure Through risk maps.

Among the main results it is established that the affected dwellings are focused in longitudinal sectors of the city and are distributed homogeneously in the rest of the study area. The effects of the earthquake on the dwellings are identified by the fact that the location in areas prone to liquefaction and the age of construction are not in line with the current anti-seismic construction regulation NCh 433 Of.96. Another factor to consider is constructive vices and irregular expansions. The areas identified as having the highest levels of vulnerability correspond to informal settlements with precarious housing, located in the western area of the Cerro Dragón dune, which in turn present higher levels of exposure to risks.

Keywords:

Vulnerability, Housing, Earthquake Iquique 2014, Risks.

1 CAPITULO I: PRESENTACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En los actuales contextos de desarrollo económico que enfrentan los países a nivel global, la ocurrencia de desastres causados por eventos naturales adquiere mayor notoriedad al afectar población especialmente vulnerable. Producto de lo anterior, se genera el deterioro en las condiciones de vida al reducir la capacidad de recuperación frente a eventos extremos. Además, el desarrollo de la urbanización ha contribuido a las condiciones inseguras de los asentamientos en forma acumulativa la que se expresa como en la población localizada en un ambiente físico de fragilidad, en construcciones deficientes en sitios peligrosos (BLAIKIE *et al.*, 1996). Esta condición de exposición es propia de los países en vías de desarrollo, que al momento de desencadenar un desastre comprometen estos mismos niveles de desarrollo adquiridos (CHARDON, 2008; UNISDR, 2011).

Estos asentamientos muchas veces superan la provisión de vivienda e infraestructura y se localizan en la periferia en forma ilegal, los que posteriormente son regularizados por causas político-institucionales (CASTRO-CORREA *et al.*, 2015). Esta situación pone en riesgo tanto ocupantes como a sus edificaciones creando nuevos contextos vulnerables (CHARDON, 2008). Asimismo, resulta importante en estos procesos el análisis de las características internas de las comunidades que dan cuenta de la vulnerabilidad que la conforma, de acuerdo a las variables demográficas, sociales, económicas y residenciales. Cabe precisar, que los estudios de dichos aspectos son dinámicos a través del tiempo, lo que complejiza aún más su análisis por la falta de actualización de los datos cuantitativos que representen dichas variables (CHARDON, 2008; CASTRO-CORREA, 2014). En contextos de riesgos, se debe poner especial énfasis en identificar y analizar la población de bajos ingresos que vive en viviendas precarias, debido que a menudo se localizan en sectores con mayor grado de exposición frente a un desastre (ONU-HABITAT, 2012).

En este escenario, la ciudad de Iquique representa la ciudad intermedia chilena, que se inserta y proyecta en la economía global debido a factores multidimensionales e históricos de desarrollo económico. Este conjunto de variables acentúan un conjunto de problemas a nivel de estructura urbana y de estratificación social (PODESTÁ, 1998), a la que se añade la condición de exposición de diversas amenazas de origen natural debido a su posición geográfica, tal como la presencia de amenaza sísmica en la región.

En la presente investigación se aborda el estudio de los efectos producidos por el terremoto 8.2 Mw ocurrido en abril de 2014, en función de evaluar la vulnerabilidad de las áreas más afectadas. La memoria de título se estructura en torno a seis capítulos que a modo de síntesis se describen a continuación:

En el primer capítulo se realiza una presentación de la memoria de título que se enmarca en el Proyecto Fondecyt N°1130259, referido a la problemática surgida en relación a la evaluación de la precariedad de la vivienda y la vulnerabilidad post-terremoto en la ciudad

de Iquique en el año 2014. Asimismo, se describe el área de estudio en el contexto espacial y temporal en que tuvo desarrollo el evento sísmico. Además, se expone el objetivo general junto del cual se desprenden los cuatro objetivos específicos, en torno a los cuales se desarrolla la presente memoria. En primera instancia, el objetivo es identificar las áreas que fueron afectadas por el terremoto junto con determinar las causas físico-naturales que incidieron en el daño y pérdida de las viviendas. Asimismo, se plantea un análisis de vulnerabilidad y de precariedad de las viviendas afectadas por el terremoto, a fin de identificar a nivel estructural los elementos que influyeron e intensificaron los efectos producidos por el sismo y que pueden condicionar sus capacidades de recuperación. De este modo, se plantea la problemática en torno a la necesidad de identificar los elementos que conforman la vulnerabilidad social y urbana que enfrenta la ciudad, donde se configuran escenarios de riesgo.

En el segundo capítulo, se realiza una revisión teórica que conforman los conceptos en torno a la problemática del riesgo y su composición. Asimismo, se aborda el concepto de vivienda y su relevancia en la conformación de la vulnerabilidad, así como su incidencia en efectos como el desastre.

En el tercer capítulo, se da cuenta de los antecedentes generales que rodearon el evento sísmico del año 2014 desde una perspectiva social y física, con énfasis en la descripción geológica e histórica que rodeó al evento. Posteriormente, en el cuarto capítulo, se presenta el planteamiento metodológico que define los alcances y limitaciones de la investigación. Además, se establece el procedimiento para reunir antecedentes sobre los efectos del terremoto en las viviendas de las instituciones pertinentes. Por otra parte, de acuerdo a la investigación se realiza un análisis de vulnerabilidad a través de indicadores que son procesados mediante el método de análisis factorial. Posteriormente, los factores resultantes que caracterizan a la vulnerabilidad social y vivienda precaria son integrados para su posterior análisis espacial, utilizando el método de Puntuación Z estandarizada.

Los resultados son presentados en el capítulo cinco, entre los cuales se estiman que las principales causas que provocaron afectación en las viviendas fueron los efectos de los suelos de fundación sobre las estructuras, además de los vicios constructivos y antigüedad de las viviendas que no están sometidas a la actualización de la normativa de construcción. Finalmente, los resultados obtenidos son espacializados para su posterior análisis.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (GAR15), coordinado por la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) plantea, que “*Dado que la urbanización es reflejo del crecimiento económico, esta suele concentrar el riesgo en zonas expuestas a amenazas*”. Además el documento indica, que este fenómeno es una de las características de los países de ingresos bajos y medios, cuyo patrón de desarrollo económico implica un incremento en el crecimiento de su población, caracterizado por el acceso desigual al espacio urbano, la infraestructura, los servicios y la seguridad (UNISDR, 2015b:242).

En este contexto, como causas subyacentes del desarrollo, las ciudades que se caracterizan por presentar altas tasas de crecimiento demográfico, rápida urbanización, ausencia de planificación, pobreza y desigualdad, muchas veces por falta de fiscalización o normativa, se expanden en áreas no aptas para la urbanización o en áreas propensas a la ocurrencia de fenómenos naturales, lo que incrementan la vulnerabilidad de la población (YAMIN *et al.*, 2013:3).

En Chile, según lo estimado por el “*Programa de Información e Indicadores para la Gestión del Riesgo*” del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2012), los terremotos son el fenómeno natural que se presenta con mayor grado de severidad en cuanto al área de influencia e impacto, seguido por las sequías. Como consecuencia, estos eventos han llevado a actualizar en forma constante la normativa de construcción sísmica, NCh 433. Of96 (Norma Técnica de Cálculo Antisísmico de Edificios), con el fin de reducir la vulnerabilidad estructural. Sin embargo, no existe normativa específica para la reubicación de asentamientos localizados en áreas de alto riesgo o propensas a desastres, debido a la falta de catastro de viviendas en esta situación (BID, 2012).

En la ciudad de Iquique, al igual que otras ciudades intermedias chilenas, a los elementos que configuran el territorio desde el ámbito físico- ambiental, y que pueden ser factores de riesgo, se suman factores sociales. Tales factores pueden influir en el aumento de la vulnerabilidad de los individuos o comunidades, ya que como se ha mencionado anteriormente, condicionan la capacidad de recuperación frente a un evento de tales características (CUTTER *et al.*, 2003). La ciudad se caracteriza además, por presentar una alta tasa de crecimiento urbano debido a la intensa actividad comercial ligada a la Zona Franca (ZOFRI), y el desarrollo de servicios asociados al comercio, transporte y minería. Este crecimiento urbano se concentra al sur de la ciudad, en que los estratos de mejor condición socioeconómica se localizan en el borde costero, lo que se contrapone a la población ubicada en el sector oriente que bordea el farellón costero (FIGUEROA & FUENTES, 2009:159). En este contexto, el actual Plan Regulador Comunal (PCR), no cuenta con modificaciones significativas desde el año 1981, por lo que solo se remiten a modificaciones seccionales y no considera las áreas expuestas a amenazas naturales.

En este contexto, el pasado terremoto que afectó la zona norte del país en el año 2014, en la comuna de Iquique, según el “*Plan de Reconstrucción de Tarapacá*” del Ministerio de

vivienda y urbanismo (MINVU), los sismos del 1 y 2 de abril de 8.2 Mw y 7.2 Mw respectivamente, afectaron de manera distinta a la ciudad. Sin embargo, los sectores de menores ingresos fueron los más vulnerados en cuanto a daños sobre las viviendas. Más aún, la ciudad de Iquique concentró la mayor cantidad de viviendas afectadas con un 48,6% con respecto al total regional (MINISTERIO DEL INTERIOR y SEGURIDAD PÚBLICA, 2014).

Cabe señalar, que la vivienda y su hábitat sufren las peores consecuencias frente a un desastre por las implicancias sociales y humanas que conllevan tal situación (ARGUELLO-RODRIGUEZ, 2004). Asimismo, la vivienda debe ser considerada como elemento central de los esfuerzos de recuperación después de un desastre urbano, no solo por la necesidad que implica su habitabilidad, sino porque favorece otros aspectos sociales, en especial en los grupos con desventajas económicas (NACIONES UNIDAS, 1990; ONU-HABITAT, 2012).

En cuanto a la localización de viviendas afectadas, la mayor cantidad de daños y pérdidas se concentraron en forma aledaña al “Cerro Dragón”, el cual está localizado en el límite oriente de la ciudad. Este elemento constituye una unidad morfológica que se caracteriza por estar sometida a fuertes procesos deflacionarios (extracción y transporte de arenas por el viento) con consecuencias graves para las viviendas, redes de servicios básicos y personas (FERRANDO, 2002). En términos de la composición del suelo, National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP, 2004) indica que la ciudad de Iquique presenta una mayor susceptibilidad al encontrarse en ella los suelos de tipo E, compuesto mayoritariamente por depósitos eólicos, aluviales activos que acentúan la amplificación sísmica.

Conjuntamente en la zona norte litoral, no se había registrado un sismo de importancia en los últimos 137 años. Sin embargo, el terremoto que afectó a la ciudad de Iquique el 1 de abril de 2014, de magnitud de Mw 8.2, se estima que solo activó un aparte de los tres sectores de la denominada “laguna” o “brecha” sísmica, por lo que se espera la ocurrencia de nuevos eventos de gran magnitud (BARRIENTOS, 2014).

De este modo, en relación a lo anteriormente expuesto, la presente Memoria de Título tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad residencial en las áreas afectadas por el terremoto en relación a la precariedad que presentan las viviendas, con especial énfasis en identificar espacialmente las áreas más vulnerables. Además, analizar las causas subyacentes de la población afectada, lo que conlleva al aumento de la fragilidad social. De igual modo, resulta relevante el determinar las causas físicas que produjeron los daños en las viviendas para identificar las implicancias de este fenómeno frente a la ocurrencia de eventos sísmicos, ya que en este contexto se generan nuevos escenarios de riesgos que incrementan los niveles de exposición de la población, sobre todo en aquella que presenta mayor grado de vulnerabilidad.

1.3 AREA DE ESTUDIO

La comuna de Iquique es la capital regional de la I Región de Tarapacá y comprende las provincias de Iquique y Tamarugal. Está compuesta por siete comunas: Iquique, Alto Hospicio, Camiña, Colchane, Huara, Pica y Pozo Almonte. Limita al norte con la región de Arica-Parinacota y al sur con la región de Antofagasta. La Región de Tarapacá tiene una superficie de 42.225,8 km² (calculado por el instituto Geográfico Militar). El 87% de la población regional se concentra principalmente entre la ciudad de Iquique y Alto Hospicio las que presentan un índice de urbanización de 94% (GOBIERNO REGIONAL, TARAPACA, 2013:17).

La comuna de Iquique es la capital regional y se ubica en la latitud de (20°10'S, 70°10'). Se localiza en una angosta planicie litoral, cuyo rasgo más destacado es su morfología. Al este de la comuna hay una cadena montañosa de hasta 1.400 m.s.n.m. y en su parte superior se ubican cuencas y altiplanicies. Destaca la presencia del acantilado costero que se presenta activo al norte de Iquique (20°13'S) por acción mecánica de las olas y al sur, el acantilado se presenta inactivo por la presencia de la terraza de abrasión. Esta terraza mide aproximadamente 50 metros de altura, con un ancho que puede alcanzar hasta los 3 km (PASKOFF, 2010). Además, la terraza marina está caracterizada por la presencia de depósitos sedimentarios de gran profundidad (ARIAS, 1970) que la hacen susceptible a efectos de sitio y amplificación sísmica debido a su conformación (BECERRA *et al.*, 2014).

De acuerdo a proyecciones de población estimadas por INE (2013), la comuna de Iquique presenta una población de 186.033 habitantes, lo que corresponde al 55% del total de población de la región. Tal concentración de población se debe principalmente a factores económicos, cuya dinámica y crecimiento se han mantenido en el tiempo al estar inserta en la economía global. Esta dinámica de desarrollo está asociada a la actividad minera, portuaria, turística, comercial y de desarrollo inmobiliario principalmente en el borde costero. La actividad económica y la inserción en mercados internacionales han condicionado la consolidación de esta ciudad. En 1981 se establece el Plan Regulador Comunal publicado en el Diario Oficial el 25 de noviembre de 1981, en el cual se definieron sectores y subsectores aplicándose normas urbanas sobre la subdivisión del suelo y de la edificación urbana a desarrollar (ZAMORA, 2014:25).

Actualmente, el crecimiento urbano se caracteriza por ejercer una fuerte presión en el uso de suelo, generando sectores de alta plusvalía ubicados en la línea de costa en desmedro de otros ubicados en sectores longitudinales. Un ejemplo es el caso del estrato del grupo E que se localiza en el farellón costero alejado de la costa en un sector muy restringido del territorio (SERVICIOS EXTERNOS y EXTENSIÓN, UC, 2007:50).

A nivel comunal, Iquique presenta una población en situación de pobreza de 9,3 % con respecto al 13,1% regional y 14,4% nacional. En el ámbito de la vivienda están en condición de hacinamiento medio y crítico del orden de 20,6 % y 2,7 % de la población respectivamente, cifras que están por sobre el porcentaje nacional. El hacinamiento deficitario es del orden de 24,7%, cifra menor a nivel regional de 27,5% pero muy por sobre el total nacional de 17,0% (CASEN, 2014).

Debido a las condiciones físicas (geológicas y geomorfológicas) que presenta la ciudad de Iquique, existe la presencia de amenazas de origen natural, tales como la sísmica que contempla efectos como la licuefacción de los suelos de fundación, generación de tsunami y deslizamientos (caída de bloques). Estos últimos están asociados a la presencia del farellón costero. El rasgo morfológico más característico está dado por la presencia de la gran duna “Cerro Dragón”, de 320 metros de altura aproximadamente. Los sedimentos que la componen están conformados por depósitos eólicos cuaternarios localizados al noreste y sureste de la ciudad que conforma una franja longitudinal (SERNAGEOMIN, 2002; MARQUARDT *et al.*, 2008). De acuerdo a las características geológicas del área de estudio, destaca la presencia de fallas de tipo inverso, de rumbo predominante E-W de norte a sur. Éstas corresponden en la comuna de Iquique a: Fallas, Zofri, Cavanca y Molle, las cuales se extienden desde Alto Hospicio. Las fallas son clasificadas como activas con intervalos de recurrencia para terremotos de Mw 6,7 entre 10.000 y 20.000 años (MARQUARDT *et al.*, 2008). No obstante, de acuerdo a las características cinemáticas que presentan no se han definido por completo sus características (BECERRA *et al.*, 2014).

Lo más relevante en cuanto a las características sísmicas de la comuna es ausencia de sismos de importancia desde 1868 y 1877, por lo que se encuentra en la denominada “laguna sísmica”, la cual se extiende desde el sur de la localidad de Ilo en Perú hasta el norte de Tocopilla (Península de Mejillones). Sin embargo, durante el siglo XX, en esta área se presenta un nutrido historial sísmico, donde destacan los siguientes eventos: julio de 1995 (Mw= 8.0); junio de 2001 (Mw= 7.7); noviembre de 2007 (Mw=8.4) y abril de 2014 (Mw=8,2). El pasado terremoto del 1 de abril de Mw=8.2 de intensidad (19.572°S y 70.908°), sólo activó el área central de la denominada laguna sísmica, lo que dice relación con la probabilidad ocurrencia de futuros sismos en sectores que no presentaron actividad telúrica (BARRIENTOS, 2014).

En relación a lo anteriormente expuesto, el área de estudio de la presente memoria de título que se enmarca en el Proyecto Fondecyt N° 1130259 en la comuna de Iquique (Fig. N°1), fue seleccionada en base a la delimitación de cinco distritos censales que corresponden a las áreas que concentraron las viviendas con el mayor grado de afectación por el terremoto. La unidad de análisis se enmarca en base a los siguientes distritos censales: Cavanca, Gómez Carreño, Caupolicán, La Tirana y la Tirana Norte, los cuales están conformados a nivel espacial por 730 manzanas (Fig. N° 2).

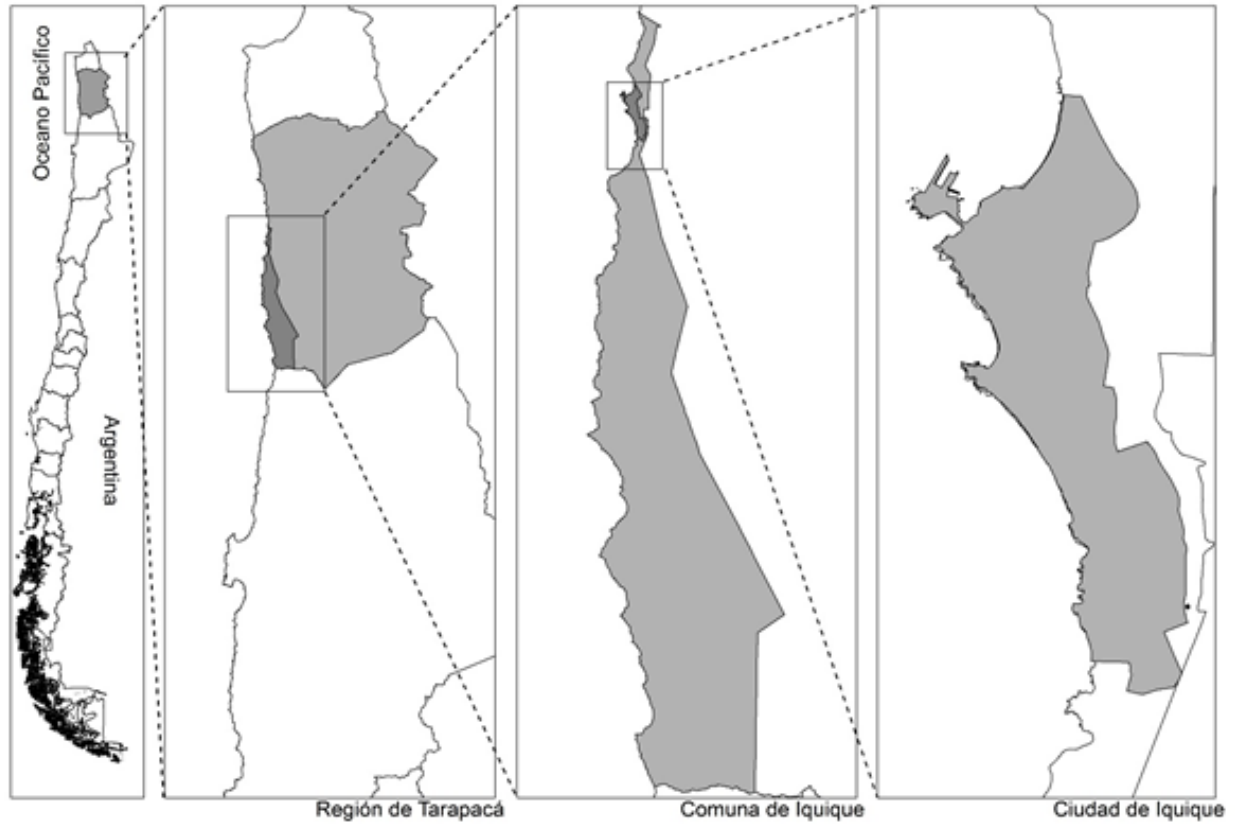


Figura N° 1: Área de estudio. Fuente: Proyecto FONDECYT 1130259

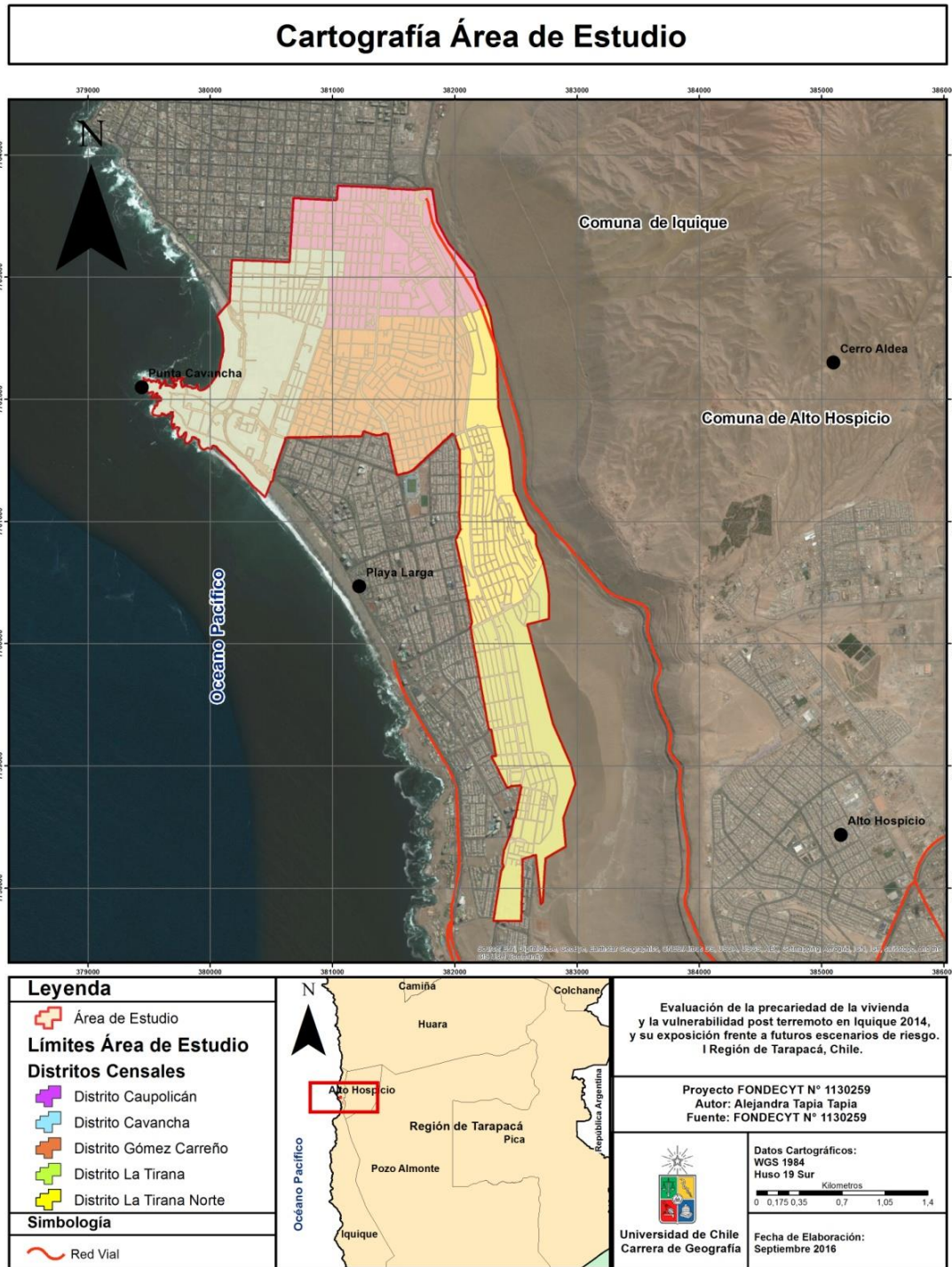


Figura N° 2: Distritos censales considerados. Fuente: Elaboración propia

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la vulnerabilidad en las zonas que permanecían al 2016 con viviendas afectadas por el terremoto en Iquique en el año 2014, con énfasis en su precarización, con el fin de identificar la exposición frente a futuros escenarios de riesgos.

1.4.2 Objetivos específicos

- ❖ Identificar los sectores que permanecen afectados al año 2016 por el terremoto para sistematizar los efectos sobre las viviendas.
- ❖ Determinar los factores de origen físico-natural que incidieron en daños y pérdidas de las viviendas.
- ❖ Realizar un análisis de vulnerabilidad en las áreas afectadas y caracterizar la precariedad de la vivienda.
- ❖ Identificar la exposición asociada a la vulnerabilidad y vivienda precaria a través de un mapa de riesgo en el área de estudio.

1.5 HIPÓTESIS

La ciudad de Iquique ha presentado un ritmo acelerado de crecimiento en el último siglo, que se ha visto materializado en la expansión urbana y crecimiento demográfico ligado principalmente a la actividad económica terciaria (PODESTÁ, 1998). Este continuo patrón de desarrollo ha provocado una expansión de la ciudad en un espacio geográfico reducido, lo que ha generado una demanda habitacional en el contexto de ausencia de normativa y desactualización de los instrumentos de planificación urbana que no consideran al riesgo como variable (ZAMORA, 2014). Estos procesos han derivado en patrones de localización territorial segmentados, los cuales incrementan la vulnerabilidad y el grado de exposición de la población socialmente frágil, debido a que sus viviendas están ubicadas en áreas propensas a sufrir nuevas amenazas de origen natural (CHARDON,2002).

En este contexto, los efectos producidos por el terremoto de 2014 en la ciudad de Iquique, dejaron en evidencia que las viviendas afectadas, corresponden a las de población más vulnerable, cuyas condiciones de localización y de precariedad contribuyeron a incrementar la magnitud del impacto y las condiciones de vulnerabilidad frente a la ocurrencia de futuros escenarios de riesgo.

2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta una revisión teórica que confronta la visión de diversos autores respecto a los conceptos que conforman la problemática en relación al riesgo y sus componentes, tales como amenazas y vulnerabilidad. Este último concepto se aborda desde sus diferentes acepciones, en relación a la vulnerabilidad social, territorial y físico-estructural. Según la conformación teórica, en la cual se estructuran los conceptos anteriormente expuestos, se realiza además un análisis de la vulnerabilidad en función de la vivienda y su conformación asociada a la importancia como elemento al conformar las debilidades sociales y físicas de la población que potencian los efectos producidos por los desastres.

2.1 Riesgo

Desde distintas perspectivas se ha intentado conceptualizar el riesgo sin lograr un total consenso en su definición. Estos enfoques no abordan este concepto de forma integral, sino más bien de manera fragmentada según cada disciplina y la valoración que éstas le otorguen para su estimación, la cual además varía en el tiempo (CARDONA, 2001).

Existen diferentes aproximaciones al concepto de riesgo. Entre éstas se entiende por riesgo, *“cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada que sea vulnerable a ese fenómeno”*. Este evento se considerara un riesgo cuando el lugar donde se manifieste esté ocupado por una comunidad vulnerable al mismo, el cual se considerará una amenaza cuando tenga algún grado de probabilidad de ocurrencia para dicha comunidad. Surge así también el concepto de desastre como consecuencia del riesgo, que dependerá de la magnitud y el nivel del fenómeno frente a la vulnerabilidad de la comunidad (WILCHES-CHAUX, 1996).

De este modo, el concepto de riesgo ha tenido un desarrollo teórico desde distintas perspectivas y dimensiones que ha pasado de ser de una posibilidad de ocurrencia de un fenómeno, a un fenómeno más complejo que tiene una expresión territorial, y que se explica porque en la interacción del ser humano con un espacio geográfico no se tiene en cuenta la dinámica propia de ambas dimensiones.

Las unidades de análisis territorial se conocen como “regiones –riesgo”, cuyo método de análisis pasa del estudio de la peligrosidad natural a la valoración de la vulnerabilidad, es decir, de la inclusión de las variables sociales y económicas de los territorios de riesgos, además de la capacidad de respuesta de las sociedades frente a estos fenómenos (OLCINA, 2008).

En este sentido, los aspectos que destacan como principales referentes conceptuales a la explicación teórica del riesgo son las amenazas y la vulnerabilidad, que han contribuido a dar claridad desde la perspectiva de grupos humanos frágiles y con débil nivel de desarrollo y planificación para afrontar el riesgo y desastre. De este modo, se identifican los grupos sociales vulnerables como aquellos con *“reducida capacidad para ajustarse o adaptarse a*

determinadas circunstancias” frente a situaciones de riesgo y desastre en sociedades de un determinado estado de desarrollo (CARDONA, 2001:8).

Según BLAIKIE (1996), la vulnerabilidad de la población se genera en procesos socioeconómicos y políticos que influyen en el modo en que las amenazas afectan a las personas y comunidades con diferente intensidad, es decir, las características de las personas o grupos sociales van a incidir en la capacidad de anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural, lo cual determinará el grado de riesgo al cual quedará expuesta la población frente a un evento catastrófico.

Según UNISDR (2015b:71) las amenazas tienen diferentes niveles de intensidad, severidad y frecuencia, asociados a los factores causales de la vulnerabilidad y exposición sobre personas y activos. De este modo, las amenazas de alta frecuencia y baja intensidad asociadas principalmente a crecidas, deslizamiento de tierras, inundaciones urbanas, tormentas, incendios, entre otros, se refieren a la manifestación de riesgos extensivos. Mientras que los riesgos intensivos tienen relación con los grados de exposición sobre grandes concentraciones poblacionales y actividades económicas afectadas por amenazas intensas como terremotos, tsunamis o grandes tormentas, poco frecuentes, pero destructivas (UNISDR, 2009).

En este sentido, la amenaza se considera un factor interno del riesgo, junto con el factor de vulnerabilidad, la cual responde a la factibilidad de un sujeto o sistema expuesto a ser afectado por un fenómeno de amenaza. Al intervenir uno de los dos factores, se están modificando los efectos sobre el riesgo. Como en muchos casos no es posible atenuar la amenaza de origen natural, se pueden modificar las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos (CARDONA, 2003; LAVELL, 2001). Por lo tanto, el riesgo tiene expresión en una unidad territorial que depende del nivel de vulnerabilidad de la población o sujetos expuestos a una eventual amenaza.

Para FERRANDO (2003) la concepción de riesgo es creación humana, una construcción social producto del “desconocimiento” de la dinámica y procesos naturales que se manifiesta de forma extrema, que se suma a problemas socio-económicos, culturales y a la carencia de cuerpos normativos que regulen adecuadamente el uso del espacio y propicien una situación de seguridad civil estable. El autor concibe el riesgo como una situación de exposición por parte de asentamientos urbanos a una amenaza natural propiciado especialmente por el problema de localización o sitio de emplazamiento.

2.1.1 Composición del Riesgo

Los estudios respecto al riesgo han sido abordados desde distintas disciplinas en los últimos años, estos plantean la problemática en torno a este concepto desde sus distintos componentes. Naciones Unidas para el Socorro en Caso de Desastres (UNDRO), en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas (UNESCO), unificaron ciertas definiciones en torno a los cuales se desarrolla el concepto riesgo, amenaza y vulnerabilidad, en una reunión de expertos promovida en 1979 (CARDONA, 1993) . De este modo, se elaboró un reporte en donde surgen sinergias de acuerdo a definiciones, a fin de

mejorar la comprensión y cooperación entre científicos y planificadores, así como desarrollar técnicas de análisis de la vulnerabilidad y gestión de riesgo.

En 1979, después de seis años de extensa investigación multidisciplinaria, United Nations Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO), elabora el reporte llamado “*Natural Disaster and Vulnerability Analysis*”, en el que presentó una guía, para identificar y dar respuesta a situaciones de emergencia. Su finalidad es establecer la interfaz entre ciencia y planificación, a través de la provisión de técnicas fiables y sencillas para evaluar el riesgo y la vulnerabilidad en todas las escalas, con fines de planificación (UNDRO, 1980:1). En dicho informe, se incluyen los siguientes conceptos:

- a) Amenaza (*Hazard – H*). Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente dañino dentro de un periodo específico y un área determinada.
- b) Vulnerabilidad (*Vulnerability-V*). Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.
- c) Riesgo Específico (*Specific Risk – Rs*). Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.
- d) Elementos en riesgo (*Elements at Risk – E*). Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuestas en un área determinada.
- e) Riesgo total (*Total Risk – Rt*). Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir, el producto del riesgo específico (*Rs*), y los elementos del riesgo (*E*).

En resumen, los conceptos anteriormente expuestos establecen que la evaluación del riesgo se dispone a través de la siguiente fórmula general (CARDONA, 1993):

$$R_t = (E) \times (R_s) = (E) \times (H \times V)$$

Para la Oficina de los Estados Unidos de Asistencia para Desastres (USAID/OFDA, 2010), ésta visión multisectorial e interdisciplinaria hace de la gestión de riesgo una estrategia y no una disciplina privativa de instituciones al integrar distintas disciplinas desde campos técnicos hasta científicos y la sociedad en general.

En general los componentes del riesgo se expresan en función de la amenaza y vulnerabilidad, y algunas disciplinas incluyen el grado de exposición para cuantificar las probables pérdidas físicas. Sin embargo, el riesgo puede ser creado dentro de los sistemas sociales, donde no se comparten necesariamente las percepciones ni sus causas subyacentes (USAID/OFDA/LAC, 2009).

2.2.2 Desastre como resultado del riesgo y vulnerabilidad en hábitat urbano

WILCHES–CHAUX (1993:17) se refiere a los desastres como *“la convergencia de dos factores en un momento y lugar determinados: Riesgo y Vulnerabilidad”* y los considera como elementos que son parte de un sistema dinámico, los cuales, al presentar desajustes en sus estructura, no tienen la capacidad de absorber los cambios que se presentan, por lo cual, surge la “crisis” al mismo sistema. Estas nuevas condiciones dicen relación con pérdidas materiales y víctimas humanas como consecuencia del desastre.

Esta confluencia de elementos se hace evidente en asentamientos urbanos caracterizados por la alta densificación, uso intensivo de suelo y falta de servicios y equipamiento. Éstos suelen estar propensos a mayores riesgos medio ambientales propiciados en su mayoría por falta de normativa respecto a urbanización y usos de suelo.

A nivel mundial han surgido diversos esfuerzos de la comunidad internacional con el fin de dar solución a la multiplicidad de factores que inciden en la reducción del riesgo en asentamientos humanos. Con el fin de mejorar la calidad de vida social y económica de los asentamientos, NACIONES UNIDAS (1992:12) elaboró las propuestas comprendidas en el Programa 21 (Capítulo 7 de la Sección I) sobre el *“fomento de una modalidad viable para los asentamientos humanos”* en zonas urbanas y rurales. Entre las medidas se encuentran la necesidad de dar apoyo político y financiero a la Estrategia Mundial de Vivienda, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1988, además del mejoramiento de la gestión y planificación previa a los desastres de los asentamientos urbanos, así como la investigación del riesgo previa a los desastres, sobre todo, en relación con los países más propensos a sufrirlos y que presentan mayores dificultades en su recuperación. Los desastres, desde la dimensión espacial y temporal, aumentan el volumen de los impactos ambientales, los que presentan variabilidad en el área de influencia en relación a la población expuesta, por tanto el concepto de desastre es relativo y depende de la valoración social que cada comunidad le asigne (CARDONA, 1993:75).

En relación a esta problemática han surgido autores que abordan los desastres en forma multidimensional donde se intenta integrar las características físicas de los elementos expuestos así como de la condición social presentes en el territorio, entre los cuales se encuentran:

LAVELL (2001:2) define el riesgo como *“un contexto caracterizado por la probabilidad de pérdidas y daños en el futuro, las que van desde las físicas hasta las sicosociales y culturales”*. En este contexto el riesgo se refiere a una probabilidad de daños relacionados con determinadas condiciones sociales, familiares, estructurales de las comunidades, y cuya vulnerabilidad puede manifestarse a través de sus distintos componentes o elementos,

cada uno resultado de un proceso social particular. En el ámbito urbano, los desastres son el fin de procesos de configuración de condiciones de riesgo en la comunidad y que revela las condiciones o dimensiones de la vulnerabilidad prevalecientes, que se manifiestan en el territorio con la ubicación, producción e infraestructura de las edificaciones potencialmente inseguras en áreas de potencial impacto (LAVELL, 2001:3).

EL hábitat urbano es entendido como el sistema *bio-físico-socio-eco sistémico*, es decir, la interacción de diversos elementos y actores que confluyen en dicho espacio urbano. En este contexto, las amenazas de origen natural se transforman de un factor externo de este hábitat, que no solo lo conforman elementos como la vivienda sino un conjunto de procesos sociales, económicos, históricos, culturales y político- institucionales que interactúan entre sí y establecen vínculos que muchas veces derivan en una situación de riesgo en el hábitat urbano (CHARDON, 2002:2).

De este modo, en el ámbito del hábitat urbano, la magnitud del riesgo está asociada al *valor relativo probable de pérdidas y perturbaciones* de un elemento vulnerable y la amenaza, es decir, como el resultado de fenómeno natural potencialmente dañino, cuyos efectos se materializan a través de un desastre, que no es otra cosa que el desarrollo progresivo de una situación de vulnerabilidad que desencadena una serie de situaciones de crisis. Estos eventos alteran el funcionamiento habitual del sistema llamado comunidad, que supera muchas veces la capacidad de soportarla (CHARDON, 2002:2).

2.2 Amenazas de origen natural

Para Ferrando (2003), las amenazas naturales se caracterizan por ser procesos del medio físico que, por la gran magnitud (*momentum*) que pueden alcanzar son capaces de provocar cambios importantes en el paisaje o alterar la condición de equilibrio de forma más o menos prolongada, según el tipo de proceso, área afectada y recurrencia. Este enfoque involucra una serie de dinámicas naturales relacionadas con los fenómenos sismo-tectónicos, volcánicos, hidrológicos, geomorfológicos y/o atmosféricos.

CARDONA (2001) se refiere a la amenaza como difícil de ser intervenida. Bajo esta premisa se hace necesario reducir la vulnerabilidad de los elementos expuestos a fin de reducir el riesgo. En un inicio de las investigaciones en relación a la prevención de desastres, se aludía a fenómenos naturales como el estudio geodinámico, hidrometereológico y tecnológico, con características similares a las de un terremoto. Actualmente el concepto de amenaza se concibe como “*peligro latente o factor de riesgo extremo de un sistema o de un sujeto expuesto que se puede expresar en forma matemática como la probabilidad de exceder la probabilidad de ocurrencia de un suceso con cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado*” (CARDONA, 2001:10). Cabe señalar que existe una relación de mutuo condicionamiento entre vulnerabilidad y amenaza, es decir, la condición de vulnerabilidad para una comunidad o sujeto no existe si no se está expuesto a una potencial amenaza que configure una situación de riesgo (CARDONA, 2001; LAVELL: 2001).

2.3 Condición de vulnerabilidad global

Una comunidad conforma un sistema de permanente interacción y pluralidad de elementos que condicionan su existencia, y por tanto, debe poseer flexibilidad en el sentido de poder absorber los impactos que en ella se producen debido a la interacción con el medio ambiente. De este modo, la vulnerabilidad será entendida como *“la condición en virtud de la cual una población está o queda expuesta o en peligro de resultar afectada por un fenómeno de origen humano o natural, llamado amenaza”* (WILCHES-CHAUX, 1998:28). Asimismo, se hace referencia a la capacidad de una comunidad o sujetos para enfrentar y recuperarse de un desastre. En este sentido WILCHES-CHAUX (1998) se refiere a la vulnerabilidad global como a múltiples factores que afectan a la comunidad, definidos como características dinámicas y cambiantes que inciden en la resistencia y capacidad de recuperación de las poblaciones, la cual no solo se reduce al ámbito físico sino a factores ambientales, económicos y sociales.

Con respecto al análisis de la propensión interna de las comunidades que se definió anteriormente, ésta radica en determinar *“el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica a la susceptibilidad de un elemento a ser afectado”*. En consecuencia, la vulnerabilidad determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos ante un evento externo sobre los mismos, que pueden adquirir un carácter técnico y social. Para este efecto, CARDONA, (1993:61) considera el análisis cuantitativo de mayor factibilidad para su análisis que el aspecto cualitativo representado por la variable social.

En esta compleja interacción, las comunidades o sujetos, si bien enfrentan el mismo peligro, no todos son igualmente vulnerables debido a la compleja interacción de las capacidades internas y elementos externos que se definen a continuación según GÓMEZ (2001:5):

- **Grado de exposición:** tiempo y modo de sometimiento de un ecosistema a un cambio externo.
- **Sensibilidad:** grado de afectación del sistema por el cambio externo (IPCC, 2001 citado en GÓMEZ, 2001).
- **Capacidad de adaptación:** capacidad del sistema para ajustarse al cambio externo, moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o hacer frente a las consecuencias (IPCC, 2001 citado en GÓMEZ, 2001).

En relación a lo señalado anteriormente, WILCHES-CHAUX (1996:17) define la vulnerabilidad como la *“incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente”*, es decir, la incapacidad de la comunidad para adaptarse a los fenómenos naturales y humanos que signifiquen un cambio en su medio ambiente y que determinaran los daños que se producen como consecuencia de la ofensiva de un riesgo.

De este modo, la vulnerabilidad global será definida como la interacción de una multiplicidad de factores que inciden en la capacidad de respuesta de determinada comunidad dependiendo del grado de afectación o desastre sobre ella (WILCHES-CHAUX, 1993:23).

WILCHES- CHAUX (1993:44) también se refiere específicamente a que “*la condición de los asentamientos humanos o las edificaciones se hallan en peligro debido a su proximidad a una amenaza, ya sea debido a su localización o a la calidad de su construcción*”. Confluyen así una serie de características internas y externas que conforman la vulnerabilidad global que no sólo involucra la dinámica de una región, sino a otras áreas de la sociedad que deben contemplar medidas de mitigación igualmente globales.

En una visión holística del concepto, este autor plantea varios tipos de vulnerabilidad que conforman un sistema dinámico que convergen en una comunidad en particular: *Vulnerabilidad Natural, Vulnerabilidad Física, Vulnerabilidad Económica, Vulnerabilidad Social, Vulnerabilidad Política, Vulnerabilidad Técnica, Vulnerabilidad Ideológica, Vulnerabilidad Cultural, Vulnerabilidad Educativa, Vulnerabilidad Ecológica y Vulnerabilidad Institucional.*

Existe el consenso de que el concepto de vulnerabilidad lo conforman una serie de factores multidisciplinarios complejos de analizar, tanto en sus orígenes como en la formulación de soluciones frente a la condición de exposición de las sociedades vulnerables que se desarrollan en espacios peligrosos con concentración de población bajo nivel de desarrollo, propiciando de esta manera condiciones de riesgo (CHARDON, 2008)

CHARDON (2008) hace una reflexión frente a la probabilidad de vulnerabilidad como un proceso, en cual se considera el antes, durante y después de un elemento expuesto a una amenaza natural. Este enfoque enfatiza la capacidad de la comunidad de anticipar la inflexibilidad para resistir el evento (*resistencia*) y la capacidad para recuperarse (*resiliencia*), así como la vulnerabilidad generada por factores estructurales y no estructurales. Bajo esta premisa se considera a la vulnerabilidad como proceso cambiante y dinámico que se expresa en forma cualitativa y cuantitativa respecto a la amenaza. CHARDON (2008) propone tres factores que la conforman y crean una situación de vulnerabilidad:

1. *El tiempo, para una comunidad expuesta a una misma amenaza.*
2. *El espacio en un momento determinado, para varias comunidades expuestas a una misma amenaza.*
3. *El tipo de amenaza, puesto que las fragilidades/debilidades varían en función del tipo de peligro.*

Como factor determinante de la vulnerabilidad CHARDON (2008) plantea la vulnerabilidad político-institucional, ya que en este espectro se generan políticas tendientes a disminuir situaciones de vulnerabilidad sobre aspectos socio-demográficos, económicos, culturales, territoriales, tecnológicos o funcionales. Entre los factores institucionales señala:

- ❖ *Las políticas, normas, actitudes y medidas generales*
- ❖ *Las características institucionales como tales*
- ❖ *El campo de la gestión territorial.*

Al analizar el concepto de vulnerabilidad, queda en evidencia que algunos grupos o comunidades son más vulnerables frente a una amenaza. De esta manera surgen patrones propios en las comunidades o personas que las hacen propensas a sufrir frente a una amenaza de acuerdo a diferentes características internas.

En esta misma línea, BLAIKIE (1996) conceptualiza la vulnerabilidad como las características de *“una persona o grupo desde el punto de vista de anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto”*. El autor hace énfasis en los sistemas sociales que crean condiciones con las cuales las poblaciones afrontan los desastres como consecuencias de “presiones dinámicas” en un espacio y tiempo de exposición. Estas presiones se canalizan de formas particulares frente a presiones globales, tales como el rápido crecimiento de la población, enfermedad epidémica, guerra, deuda externa y ajuste estructural. Este enfoque, al incorporar la variable temporal, no solo define vulnerabilidad como daño a los medios de vida, sino hace alusión al tiempo que demora el sujeto o comunidad para recuperarse y afrontar el desastre.

Si bien las definiciones con respecto al concepto de vulnerabilidad radican en torno al aspecto social, también subyacen factores de índole económico, institucional o político como plantean diversos autores, los cuales se conjugan para exacerbar los desiguales procesos de desarrollo de algunas comunidades propensas al desastre.

Al respecto, CARDONA (2001) se refiere a la relación que existe entre la vulnerabilidad y las condiciones de marginalidad económica presentes en los asentamientos humanos, las cuales están íntimamente ligadas a procesos sociales relacionados con la fragilidad, susceptibilidad o falta de resiliencia de los elementos expuestos a amenazas de distinto origen. De este modo, factores como el crecimiento urbano desregulado, el deterioro ambiental, presiones financieras internacionales, degradación de la tierra, crecimiento demográfico, cambio ambiental global y guerra contribuyen en forma considerable a aumentar las condiciones de vulnerabilidad que determinan la configuración espacial y temporal de los asentamientos, en el contexto de procesos económicos, políticos y sociales globales.

CARDONA (2001:104) también enfatiza las circunstancias sociales como aspecto asociado a la vulnerabilidad desde la perspectiva de los desastres, destacando a la pobreza, que si bien no es sinónimo de vulnerabilidad, actúa como factor causante ante cierto tipo de sucesos, razón por la cual se pueden relacionar ciertas condiciones económicas marginales de comunidades y sujetos que se concentran en áreas de amenaza a la vulnerabilidad desde la perspectiva de los desastres (CARDONA, 2001:104).

A fin de identificar las causas subyacentes de la vulnerabilidad en patrones más amplios de la sociedad en relación con carencias del desarrollo, se proponen los siguientes factores que dan origen a la misma CARDONA (2001:106);

- a) **Exposición:** Es la condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su fragilidad física ante los mismos.
- b) **Fragilidad social:** Se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socioeconómicos.
- c) **Falta de resiliencia:** Expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto.

2.3.1 Vulnerabilidad territorial frente a escenarios de desastres

Desde la perspectiva del análisis del riesgo, el estudio multidisciplinar que involucra la vulnerabilidad tiende a un objetivo en común: la reducción de riesgo de desastres. En este sentido la vulnerabilidad es un factor que desencadena o facilita los desastres de acuerdo a las condiciones y procesos sociales que se presentan en el territorio. Así, la noción de vulnerabilidad determina el carácter selectivo de la severidad de los daños afectado por un fenómeno (CARDONA, 2001: 2003).

Desde la perspectiva sistémica del análisis del territorio geográfico, MÉNDEZ; MOLINERO & FERNANDO (1984) citado en HIDALGO, (2008:28) se refieren a la región, y la definen como un *sistema –territorial*, caracterizado como un sistema dinámico, que incluye conceptos de pertenencia, flujos, evolución, integración e interrelación como parte de dinámicas presentes en el territorio. Como parte de esta interacción de elementos en el sistema territorial, se incluyen además los siguientes elementos;

- *Sentimiento colectivo de pertenencia, que vincula a los hombres entre sí y con el territorio que habitan;*
- *Sistema abierto en relación con el entorno a través de flujos de entrada y salidas;*
- *Sistema en evolución constante a lo largo de la historia en relación sociedad territorio;*
- *Sistema territorial, que está a su vez integrado en otros sistemas territoriales, y que puede subdividirse a su vez en sistemas independientes pero interrelacionados.*
- *Sistema como parte central en el que los rasgos propios están marcados, y márgenes donde los rasgos son menos marcados.*

La vulnerabilidad, de acuerdo a los distintos marcos conceptuales, como se ha descrito anteriormente, se ha extendido a otras áreas, desde la situación del medio físico ante la presión antrópica, fragilidad del patrimonio histórico, vulnerabilidad social, económica, vulnerabilidad de la pobreza, hasta la vulnerabilidad de la inseguridad alimentaria. Para la cooperación internacional, el concepto de vulnerabilidad se acuña en términos de definir “poblaciones vulnerables” a los grupos que se convierten en objeto de ayuda por presentar

esta característica (HIDALGO, 2008:180). En este sentido, el análisis de la vulnerabilidad territorial integra a estos grupos y se centra en el análisis de los rasgos de distinta naturaleza, que se combinan, superponen y entrelazan en el territorio y sociedad a través de distintas esferas como de naturaleza institucional, política, social, cultural y estadística (HIDALGO, 2008:185).

Al considerar que los componentes del territorio son de diversa naturaleza, el Ministerio de Planificación, Gobierno de Chile, define el territorio no sólo como soporte físico a las actividades humanas, económicas, sociales y políticas, sino como *“una construcción social e histórica derivada de relaciones sociales específicas que se dan en él”*. Del mismo modo, define a los territorios vulnerables como *“aquellos que se encuentran rezagados respecto al desarrollo promedio del país, o región poco considerado por las políticas públicas y que mediante una intervención externa puede progresar”* (MIDEPLAN y GTZ, 2009:2). Tales territorios pueden ser factores de vulnerabilidad al presentar características propias que condicionan el desarrollo de las comunidades o grupos que lo habitan. El enfoque plantea a la vulnerabilidad territorial como aquella situación de riesgo integral que involucra aspectos tales como la educación, falta de servicios, problemas de cesantía, empleos precarios, bajo nivel educacional y falta de oportunidades. Concibe además, el territorio como espacio dinámico y tensionado por factores internos y externos. Identifica factores permanentes, los cuales están dados por la población con características tales como la ancianidad, la discapacidad, la pobreza estructural o características geográficas presentes; y factores transitorios como la migración, caída de ingresos o desastre natural, es decir, algún evento futuro que afecte negativamente a la población a partir de las condiciones sociales de fragilidad que presente (MIDEPLAN & GTZ, 2009:23).

LE BARRE (1992), (citado en D'ERCOLE & METZGER, (2004:9)) plantea el territorio como *“un área de apropiación por parte de un grupo social para garantizar su reproducción y la satisfacción de sus necesidades vitales”*, de este caso se concibe el territorio como características propias de la población con elementos propios que lo distinguen de otro, por tanto el territorio está compuesto por *elementos esenciales*, los que a su vez contienen características propias de vulnerabilidad que se transmiten y plasman en el espacio.

Bajo este enfoque, la vulnerabilidad territorial según D'ERCOLE & METZGER (2004:9) articula cuatro dimensiones, que no solo se superponen, sino que se interrelacionan para aumentar o disminuir los efectos de la vulnerabilidad en el territorio a nivel espacial. Estas dimensiones o elementos esenciales están presentes en el territorio, y constituyen la base espacial de la vulnerabilidad territorial como lo son espacios frágiles debido a la exposición a amenazas. Las dimensiones de la vulnerabilidad se describen a continuación (Fig. N°3):

1. Existencia de elementos esenciales del territorio: son elementos que permiten el funcionamiento del territorio y donde se construye la base de la vulnerabilidad territorial ya que se sitúan espacialmente débiles.

2. Vulnerabilidad espacial: conformada por la dimensión anterior expresada en espacios frágiles de origen antrópico, natural o ambas. Espacios poco accesibles, expuestos a amenazas, de difícil control político-administrativo que determina la vulnerabilidad espacial.
3. Vulnerabilidad de elementos esenciales: en el funcionamiento del territorio cabe señalar la importancia del análisis no solo en el ámbito espacial sino de los elementos que lo componen que transmiten a la vulnerabilidad al territorio y por otro lado los espacios fragilizados por los elementos esenciales.
4. Reducción de la vulnerabilidad: se trata de acciones dirigidas a implantar elementos útiles para el manejo de crisis, reducción de riesgos, políticas subyacentes y la integración del riesgo a la gestión institucional territorial.

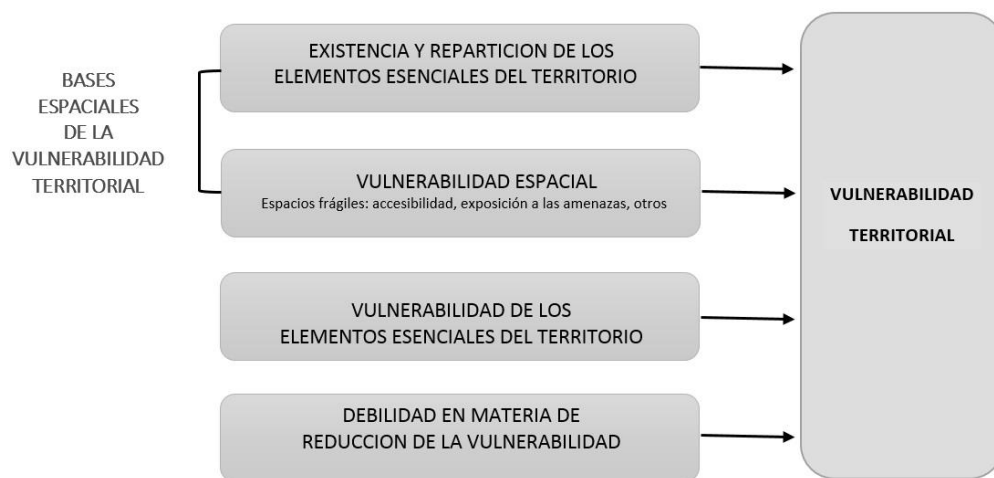


Figura Nº 3: Las dimensiones de la vulnerabilidad territorial
Fuente: D'ERCOLE & METZGER (2004:9)

Esta visión proporciona más bien las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial, entendida como los espacios sensibles que contribuyen a crear vulnerabilidad del territorio, en el sentido que fragilizan futuros asentamientos al presentar debilidades de los elementos esenciales presentes y además de los espacios que transmiten vulnerabilidad al resto del territorio (D'ERCOLE & METZGER, 2004:11).

2.3.2 Vulnerabilidad social en función del desastre

Normalmente se asocia la vulnerabilidad a la pobreza, las carencias materiales, es decir, el ingreso o nivel de consumo en los hogares o el denominado “flujo” generado en un periodo de tiempo, y que establece la capacidad de los individuos u hogares de generar ingresos. Actualmente se han incorporado asuntos como la vulnerabilidad y exposición al riesgo (MAC DONALD, 2004; INE, 2005; ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES, ONU, 2004:67). Esta capacidad limitada de los individuos

o grupos para enfrentar su desarrollo está caracterizada además por condicionar las capacidades de afrontar la exposición al riesgo que presentan los individuos y hogares que limitan el acceso y capacidades a desarrollar sus vidas en la forma que deseen. Si bien se ha ampliado el concepto de pobreza a una visión más integral, están presentes ciertas limitaciones en su medición debida, entre otras razones, a que los países poseen información desactualizada respecto a estos grupos que sólo se reducen más bien a aspectos de ingreso monetario en su evaluación (MAC DONALD, 2004:20).

Asimismo, en torno a los factores que gravitan en la producción de probables escenarios de desastres, cabe señalar el énfasis en los estudios del origen de la vulnerabilidad, entre los que se encuentran los de orden social, ya que los impactos repercuten con mayor magnitud en aquellos grupos sociales caracterizados por falencias en aspectos de orden económico, demográfico y político (BLAIKIE *et al.*, 1996:3). Estos dan origen a condiciones específicamente inseguras de grupos socialmente marginados, y que conducen al desastre al coincidir con las amenazas naturales en espacio y tiempo determinado. Además, los cambios en intervenciones producidas en estos grupos sociales o grupos vulnerables pueden liberar a la población de estar en riesgo de acuerdo a las características particulares (BLAIKIE *et al.*, 1996).

A partir de 1990, en la Conferencia Mundial sobre Desastres Naturales de 1994, se incorpora el estudio de los desastres, la dimensión social, por lo que se dan nuevos enfoques como causa de desastres, al ser necesario identificar los patrones de cambio social y desarrollo que determinan futuros escenarios de desastre (EIRD/ONU, 2004:66). A partir de esta concepción, la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNISDR, 2009), define la vulnerabilidad como las *“condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto de amenazas”*.

Desde la nueva dimensión conceptual se plantea la vulnerabilidad como “fragilidad e indefensión” de una comunidad ante cambios originados en el entorno, como por ejemplo, desamparo institucional desde el Estado, que finalmente repercuten en el individuo o comunidades para hacer frente a la inseguridad y el aprovechar las estrategias u oportunidades para afrontar en el futuro determinados tipos de riesgo y mejorar sus niveles de bienestar (BUSSO, 2001).

Si bien no se ha llegado a un consenso respecto al análisis de la vulnerabilidad social, se puede establecer que es multidimensional, y producto de factores sociales que influyen a dar forma a la susceptibilidad de las comunidades. Las investigaciones consideran que en torno a la vulnerabilidad se deben considerar características propias de cada comunidad a nivel local, por cuanto condicionan no solo el grado o capacidad de respuesta frente a peligros ambientales a las cuales se ven expuestos, sino también identifican las causas que son subyacentes a la vulnerabilidad (CUTTER *et al.*, 2003).

Asimismo, la vulnerabilidad centra su análisis en las fuerzas exógenas y endógenas de los grupos sociales y que terminan por afectar a los activos y estrategias de los individuos al

aprovechar las oportunidades que brinda el Estado, el mercado y la sociedad, en relación a los hogares y la comunidad (KAZTMAN, 2000; BUSSO, 2001). La noción de la vulnerabilidad social se centra en la posibilidad de acceso a los derechos básicos de bienestar para hacer frente a vicisitudes del medio externo. En este sentido, el factor interno del individuo o “grado de agrupamiento” de las personas o comunidad en combinación con características de riesgo del entorno definirán el grado de exposición y las condiciones de vulnerabilidad de estos.

DÉRCOLE & METZGER (2004) definen las debilidades internas que caracterizan algunos grupos sociales de bajo nivel socio-económico como “vulnerabilidad intrínseca”, que además sumado a la resistencia infraestructural que poseen de distintos elementos, se convierten en un elemento esencial susceptible a daño y por ende en un factor de vulnerabilidad frente a una amenaza de origen natural.

Desde esta perspectiva, en los últimos años las investigaciones sobre la vulnerabilidad frente a desastres naturales han ido evolucionando hacia el estudio de los componentes sociales y las condiciones ambientales existentes más que los factores naturales, ya que dan cuenta de las posibilidades de quedar expuesto a peligros geofísicos y hacer frente a ellos (HEWITT, 1997 citado en GÓMEZ, 2001:15).

Por lo tanto, al momento de la evaluación post-desastres resulta relevante el análisis de la población afectada, por ser ésta “*el sujeto sobre el cual confluyen todos los efectos tangibles e intangibles de un desastre*”, ya que su correcta evaluación aporta coherencia y consistencia como punto de partida hacia la evaluación general para fijar directrices hacia la reconstrucción de otros sectores afectados, tales como la agricultura, la salud y la vivienda (CEPAL, 2003:29). Al respecto KOFI A. ANNAN (1999) (*The International Herald Tribune*, 10 septiembre 1999), (citado en GÓMEZ, 2001:15) señala a la vulnerabilidad de las comunidades como determinante en los daños causados por los desastres, y al respecto enfatiza en lo siguiente:

“Sobre todo, nunca debemos olvidar que es la pobreza y no la elección la que conduce a la gente a vivir en áreas de riesgo. Un desarrollo económico equitativo y sostenible no solo es bueno por sí mismo, sino también como una de las mejores formas de seguridad frente a los desastre”

Si bien la vulnerabilidad social se considera como detonante frente a efectos negativos de los desastre, ésta no indica necesariamente una propiedad negativa, sino que es posible hablar de vulnerabilidad positiva de los grupos sociales de acuerdo a la estructura de oportunidades que presenten. Tal como señala el *Índice de Desarrollo Humano* del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2014:26) la vulnerabilidad se refiere a las capacidades y opciones de los grupos para el desarrollo humano. En este sentido los individuos tienden a experimentar vulnerabilidades de acuerdo a condiciones económicas, ambientales, físicas, de salud etc. cuando se conjugan una serie de vulnerabilidades estructurales, como relacionadas con el ciclo de vida de las personas,

función social, condición de discapacidad, género o capacidades económicas etc. que hacen mucho más difícil la capacidad de recuperación frente a una crisis o un evento adverso. Por el contrario, las mejores políticas sociales y económicas que se implementen pueden desarrollar las capacidades básicas humanas tendientes a mejorar la resiliencia humana y reducir las barreras sociales que impidan transformar las estructuras que perpetúan la fragilidad del ser humano (PNUD, 2014:120).

KAZTMAN (2000) se refiere a esta capacidad de respuesta de los seres humanos para contrarrestar una situación o amenaza exógena o endógena, como "*activos*" (físicos, financieros, humanos, sociales o capital social) que determinarán la capacidad de adaptación y movilización de éstos frente a las dinámicas del entorno al cual se ven expuestos los individuos, hogares y comunidad. En última instancia terminan por afectar el acceso al conjunto de oportunidades que brinda el mercado, el Estado y la sociedad.

En la misma línea, BUSO (2001) identifica al ingreso y al mercado del trabajo de las familias como ente reproductor de las desigualdades y desventajas sociales, siendo los recursos y estrategias que disponen los individuos el factor que posibilita la capacidad de respuesta y la condición de fragilidad e indefensión ante cambios originados en el entorno. Por lo tanto el nivel de vulnerabilidad social dependerá de la "*posibilidad de sufrir un deterioro en el bienestar como consecuencia de estar expuesto al riesgo*". Del mismo modo, la capacidad de respuesta del individuo o grupo social dependerá de los recursos y de activos internos así como de las estrategias de conjunto de oportunidades que ofrece el mercado, el Estado y la Sociedad civil.

La movilización de activos antes descritos obedece a estrategias adaptativas, defensivas y ofensivas de un conjunto de oportunidades, y tiene como fin fortalecer las mismas en cuanto a cantidad, calidad y diversidad. Así, al mejorar sus estrategias internas se accede en forma más satisfactoria al conjunto de oportunidades que brinda el entorno, cuyo fin es mejorar el bienestar y la movilidad social (BUSO, 2001).

2.3.3 Vulnerabilidad Demográfica

Para RODRIGUEZ (2000:17) la vulnerabilidad demográfica se entiende como el conjunto de rasgos sociodemográficos, ligados a la capacidad de movilizar activos en conjunto con las desventajas sociales que presentan algunas comunidades y personas. Es en este sentido que cobra relevancia el análisis de los factores sociales subyacentes que componen dicha vulnerabilidad, ya que permite incorporar nociones de pobreza o desventaja socioeconómica que inciden en la capacidad de gestión de las comunidades frente a los recursos.

Como se ha mencionado anteriormente, la vulnerabilidad de los grupos sociales ha sido vinculada con la capacidad de movilizar activos ya sean humanos, económicos o sociales. De este modo, la reducción de este flagelo para determinados individuos y hogares se relaciona con el conjunto de recursos materiales e inmateriales, y cuya movilización mejora

el bienestar o bien disminuye su debilidad a través del aprovechamiento de estructura de oportunidades que brinda el Estado (KAZTMAN, 2000:296).

Al considerar la afirmación anterior, KAZTMAN (1999:20) señala que, *“la capacidad para controlar las fuerzas que lo afectan, depende de la posesión o control de activos, esto es, de los recursos requeridos para el aprovechamiento de las oportunidades que brinda el medio en que estos grupos se desenvuelven”*. Sin embargo, la capacidad de administración de estos activos dependerá de las características demográficas de cada grupo, así como de su historia previa, conocimientos adquiridos, que le permitirán movilizar dichos activos en pos de la reducción de las desventajas sociales.

2.3.4 Vulnerabilidad físico- estructural de asentamientos humanos

El informe SREX¹, del grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2012:5), afirmó que en general *“la exposición y la vulnerabilidad son las principales determinantes del riesgo de desastre y de los impactos cuando el riesgo se materializa”*. La exposición y vulnerabilidad al ser consideradas dinámicas en cuanto a la variación que presentan en tiempo y espacio, estarán sujetas a condiciones económicas, sociales, geográficas, demográficas, culturales, institucionales, de gobernanza y ambientales.

De este modo, los patrones de población, la urbanización y el acelerado crecimiento de las ciudades, en especial de los países en desarrollo han propiciado las tendencias a desarrollar comunidades especialmente vulnerables en asentamientos informales debido falta de gestión, la cual ha incrementado las pérdidas económicas causadas por desastres relacionados con fenómenos meteorológicos, climáticos y geofísicos (IPCC, 2012:6).

En este sentido FERRANDO (2003:29) considera a la sustentabilidad urbana como al equilibrio de la inserción del medio físico dentro de ecosistemas naturales, en los cuales se produzca un *“mínimo de alteraciones en los mecanismos y en las características de la base física, ésta será mayor en la medida que los elementos artificiales no interfieran de modo considerable con la dinámica del paisaje”*. De este modo cobra relevancia la acción del hombre como ente regulador que a través de acciones concretas de planificación sobre el medio físico pueda hacer frente a procesos naturales y sus efectos sobre las ciudades sustentables.

Frente al crecimiento de las ciudades, diversos autores plantean que la urbanización es un factor importante en el incremento de la vulnerabilidad, en particular de los grupos sociales de bajos ingresos o asentamientos ilegales, quienes construyen viviendas inseguras en entornos peligrosos a consecuencia de la presión que se ejerce sobre la tierra debido a los procesos de urbanización descontrolados y con ellos la reducción de las oportunidades frente a la reducción de desastres (WISNER;BLAIKIE;CANNON & DAVIS, 2003). En este

¹ Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, SREX.

sentido, tal como señala “*La Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo*” EIRD/ONU (2004:48).

“Los patrones de asentamientos han sido en parte los factores determinantes de la exposición física de las personas, de la fragilidad de bienes económicos frente a desastres”

Algunas consideraciones respecto al análisis de la vulnerabilidad de determinados grupos humanos resultan como elemento vinculante, es decir, la expansión de la población con las consecuencias del desastre, y en este sentido, BLAIKIE *et al.*, (1996) relaciona los procesos demográficos al nivel de respuestas individuales con oportunidades e incertidumbres frente a sistemas económicos. Como consecuencia, se configuran condiciones inseguras sin posibilidad de acceder a construcciones seguras en un espacio y tiempo frente a presiones dinámicas que ejerce la localización de los asentamientos. Al respecto MASSEY (1996:410) se refiere a la segregación residencial como efecto de la urbanización, pobreza y el aumento de la densidad urbana, así mismo, al proceso sistemático de la concentración geográfica de la riqueza en desmedro de las clases económicas menos acomodadas que da cuenta de la creciente concentración espacial de la pobreza en determinados sectores.

De lo anterior se deduce que existen ciertas situaciones vulnerables a partir de las cuales los individuos o comunidades pueden quedar expuestas a determinados fenómenos. Sin embargo, también existen condiciones de inseguridad que propician el grado de exposición de estas comunidades e individuos. Los autores ROMERO & MASKREY, (1993:8) se refieren a estas situaciones vulnerables que propician el riesgo cuando:

- 1) la gente ha ido poblando terrenos que no son buenos para la vivienda por el tipo de suelo, por su ubicación inconveniente con respecto a huaycos, avalanchas, deslizamientos, inundaciones, etc.
- 2) la gente ha construido casas muy precarias, sin buenas bases o cimientos, de material inapropiado para la zona, que no tienen la resistencia adecuada, etc.
- 3) no existen condiciones económicas que permitan satisfacer las necesidades humanas (dentro de las cuales debe contemplarse la creación de un hábitat adecuado).

Del análisis anterior se desprende que existen grupos más propensos a sufrir daños de acuerdo a sus características socio-económicas, culturales y de localización, en cuya convergencia generan patrones de vulnerabilidad, al cual se incorporan factores físico-técnicos de las construcciones, que van acumulando la vulnerabilidad desde su origen y en forma progresiva. Al respecto WILCHES-CHAUX, (1993:31) define las deficientes condiciones en cuanto a la ubicación física y técnico-materiales de ocupación como “*vulnerabilidad de los destechados*”, refiriéndose por ejemplo a la ausencia de técnicas sismo-resistentes en zonas propensas a la ocurrencia de terremotos, es decir, considera las precarias condiciones de vivienda frente a amenazas naturales. Posteriormente se

refiere específicamente a la “*vulnerabilidad técnica*” en la cual existe una estrecha relación entre la vulnerabilidad física, técnica y económica.

La vulnerabilidad física es entendida como “*la susceptibilidad de un elemento a sufrir daños frente a una amenaza específica*” (YAMIN *et al.*, 2013:49). Bajo esta afirmación, cobra relevancia el dominio de las técnicas constructivas sobre todo en estratos económicos bajos, que garanticen la debida seguridad de sus ocupantes, ampliando el rango de tolerancia en cuanto a que la estructura sea capaz de absorber el movimiento sísmico y evite una situación de desastre. Por consiguiente, según dichos autores, resulta importante el análisis de los riesgos en cuanto a infraestructura física de las construcciones, por lo que implican pérdidas económicas y riesgos sociales directos relacionados con la afectación y pérdidas de vidas humanas, como consecuencia del daño producido en las construcciones.

En relación a la recuperación de una comunidad afectada por un desastre WLCHES-CHAUX (1993:21) propone medidas estructurales y no estructurales de mitigación como medida de reducción de la vulnerabilidad física. En las primeras, cobran importancia las estructuras sismo-resistentes que reducen la vulnerabilidad de las viviendas, y al respecto menciona elementos como muros de contención en el caso de deslizamientos, represas que reducen la vulnerabilidad de inundaciones, y pararrayos que reducen la vulnerabilidad de tormentas eléctricas, es decir, obras físicas. Por otro lado, las medidas no estructurales apuntan a materializar las normas regulatorias de conductas que se traducen en códigos y planes de uso de suelo, que determinan la localización de donde se puede construir de acuerdo a códigos sismo resistentes.

2.4 Concepto de vivienda

CARDONA (2013) se refiere a la tendencia de los países de rápido crecimiento en donde el desarrollo económico contribuye a dar forma a nuevas condiciones de riesgos sobre la población, las que quedan expuesta frente a fenómenos naturales, además del incremento del crecimiento urbano con la consiguiente proliferación de asentamientos irregulares en ubicaciones vulnerables no aptas para la edificación y con falencias o nula infraestructura.

Estas viviendas están caracterizadas por la existencia de familias de menores recursos, que por la falta de espacio incrementan los números de pisos y unidades habitacionales, y que en consecuencia se configura la inseguridad no sólo en cuanto a ubicación sino a densificación. La densificación, al igual que la vulnerabilidad, está íntimamente ligada a un tiempo y dinámica que conforman un proceso de ocupación de diferentes grados en el territorio (LAVELL, 1997). Esta desigual ocupación de territorio, no solo repercute en los diferentes grados de exposición frente a una amenaza natural, sino también en la calidad de vida de sus habitantes.

Tal como señalan las *Directrices Operacionales de Comité Permanente entre Organismos IASC* (2006:11) sobre la protección de las personas en situaciones de desastres (principalmente dirigida a los agentes humanitarios intergubernamentales y no gubernamentales que prestan asistencia a los desastres), se deben aplicar enfoques

basados en los derechos de las personas definidos en el derecho internacional al momento de atender los desastres.

Entre sus principios, estas directrices indican que las personas son vulneradas en sus derechos humanos después de un desastre, las cuales se ven enfrentadas a riesgos tales como: acceso desigual a la asistencia, reubicación forzosa, violencia sexual y por motivos de género, pérdida de documentación, reclutamientos de niños en las fuerzas combatientes, regreso o reasentamiento peligroso o involuntario y cuestiones relacionadas con la restituciones de la propiedad. En este informe se considera que *“los derechos humanos constituyen el fundamento legal de toda labor humanitaria relacionada con los desastre naturales”*, siendo responsable directo el Estado, el cual tiene bajo su responsabilidad el garantizar el respeto, protección y cumplimiento de estos derechos a todos sus ciudadanos.

Entre las directrices señaladas a continuación, dos están asociadas a la etapa de emergencia y las dos últimas a la etapa de reconstrucción y recuperación:

1. Protección del derecho a la vida, seguridad de la persona, la integridad física y la dignidad
2. Protección de los derechos Internacionales relacionados con las necesidades básicas de subsistencia.
3. Protección de otros derechos económicos, sociales y culturales
4. Protección de otros derechos civiles.

Las Directrices Operacionales del Comité Permanente de los Organismos (IASC, 2006) antes mencionadas, fueron utilizadas como variables en el *“Diagnóstico Estado de la Reconstrucción, Terremoto Tsumani 27 febrero de 2010”* (FORTTES, 2014) para la elaboración de indicadores que permitieran dar cuenta de los avances en reconstrucción, entre los cuales se encuentra la vivienda. En este caso es considerada como un elemento fundamental del derecho de las personas, tal como indica la Declaración Universal de los Derechos Humanos (art.25, n°1) y el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas, (art.11) (ONU, 2011) como se indica en la siguiente afirmación:

“Debe considerarse a los grupos en situación de desventaja un acceso pleno y sostenible a los recursos adecuados para conseguir vivienda” (Naciones Unidas, 2011).

Además, esta declaración señala que se debería garantizar de manera prioritaria la esfera de la vivienda entre los grupos vulnerables afectados por desastres naturales, de modo que las políticas relacionadas en materia de vivienda deben ser orientadas a los grupos vulnerables.

En este sentido el Comité de las Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales considera el derecho a la vivienda adecuada como *“el derecho a vivir en seguridad, paz y dignidad en alguna parte”* además de ser considerada la piedra angular de la Estrategia Mundial en Vivienda, y cuyos elementos son definidos a través de las siguientes características en la Observación general N°4 del comité, (ONU, 1991) sobre el

derecho a la vivienda adecuada y en la Observación general N°7 (1997:3), (Folleto informativo N°21). Entre las observaciones se da cuenta que una vivienda no solo debe brindar cuatro paredes y un techo, sino además varias condiciones para que ésta se considere una “vivienda adecuada”, entre las cuales se cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ *Seguridad y tenencia:* la vivienda no es adecuada si sus ocupantes no cuentan con cierta medida de seguridad de la tenencia que les garantice protección jurídica contra el desalojo forzoso, el hostigamiento y otras amenazas.
- ✓ *Disponibilidad de servicios materiales, instalaciones e infraestructura:* la vivienda no es adecuada si sus ocupantes no tienen agua potable, instalaciones sanitarias adecuadas, energía para la cocción, la calefacción y el alumbrado, y conservación de alimentos o eliminación de residuos.
- ✓ *Asequibilidad:* la vivienda no es adecuada si su costo pone en peligro o dificulta el disfrute de otros derechos humanos por sus ocupantes.
- ✓ *Habitabilidad:* la vivienda no es adecuada si no garantiza seguridad física o no proporciona espacio suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales.
- ✓ *Accesibilidad:* la vivienda no es adecuada si no se toman en consideración las necesidades específicas de los grupos desfavorecidos y marginados.
- ✓ *Ubicación:* La vivienda no es adecuada si no ofrece acceso a oportunidades de empleo, servicios de salud, escuelas, guarderías y otros servicios e instalaciones sociales, o si está ubicada en zonas contaminadas y peligrosas.
- ✓ *Adecuación Cultural:* la vivienda no es adecuada si no toma en cuenta y respeta la expresión de la identidad cultural.

Diversos autores postulan definiciones respecto a la vivienda las cuales fluctúan de acuerdo a variables culturales, físicas y ambientes socioeconómicos a través de la historia. Entre ellas cabe destacar las definiciones de RUGIERO (2000), quien se refiere al concepto de vivienda desde la perspectiva del habitar y sus implicancias sociales. Desde esta perspectiva presenta una sistematización respecto a definición de vivienda que incluye seis enfoques: 1) Vivienda como valor social; 2) Vivienda como objeto; 3) Vivienda como satisfactor de necesidades; 4) Vivienda como proceso; 5) Vivienda como sistema; 6) Vivienda como género de vida. Entre las que destacan la vivienda como satisfactor sinérgico de necesidades determinadas, que estimulan y contribuyen a la satisfacción de otras necesidades (MAX-NEEF *et al.*, 1986). Estas necesidades pueden adquirir una connotación respecto a las propias aspiraciones del colectivo social y expresar su conformación a través del habitar.

Entre las problemáticas que afectan el sistema urbano, las cuales pueden ser económicas, sociales, legales o urbanas ecológicas, se hace hincapié en la calidad de vida de sus habitantes y en las condicionantes que propician los asentamientos precarios. Una consecuencia de este fenómeno es el desequilibrio al que se enfrentan actualmente las ciudades y que impide satisfacer las necesidades fundamentales de sus habitantes. En este afán de definir las distintas condicionantes de precariedad urbana a continuación se presentan distintos enfoques en cuanto a que conciben a la vivienda como factor primordial del bienestar humano.

En este sentido RUGIERO (2000) hace mención a los asentamientos precarios urbanos, los que define como *“parte sistema territorial mayor, por ejemplo, una ciudad, y cuyas comunidades humanas no son capaces de revertir procesos de degradación e insustentabilidad social interna, es decir, no poseen herramientas que permitan su autonomía vital por estar sometidas a una exclusión total o parcial de los espacios y flujos económicos - productivos, informacionales, culturales y sociales”* para lo cual considera como componente primordial a la vivienda. Bajo esta premisa, el autor define la vivienda como: *“Todo ámbito físico protegido y estable, que posibilita la intimidad personal y familiar, y que está integrado mediante significación compartida, a lo comunitario, en cuanto a costumbres y a lo social en cuanto a normas, que regulen los hábitos cotidianos”* (RUGIERO, 2000:95).

De este modo, la vivienda adquiere múltiples valores como objeto de valoración social tales como: equidad social, erradicación de la pobreza, y su incidencia en el aumento de la calidad de vida. Por lo tanto la concepción de vivienda radica en el conjunto de *“formalidades con que se hacen actividades personales y sociales”*, es decir, modos de habitar no como individuos aislados sino como *“ser con los demás”*. De la afirmación anterior RUGIERO (2000:93) define vivienda como:

“Construcción intelectual y efectiva: cultivo de lo que falta y se quiere; cuidado de lo que existe y se valora; expresa capacidades humanas, aspiraciones y valores, al igual que todo cuanto hacen los hombres, cuando son y habitan”.

LARRAÑAGA (2007:11) considera a la vivienda y su entorno como indicador del bienestar social y determinantes en la calidad de vida de las personas y la considera en el desarrollo una propuesta de indicadores de carencias más allá de las dimensiones que miden la pobreza en relación al ingreso con base más bien empírica. Esta consideración se refiere a que la vivienda está compuesta por tres dimensiones: *la vivienda propiamente tal, los bienes, servicios públicos adyacentes y la composición social de los vecindarios*, para lo cual considera atributos y condiciones que pueden ser medibles, en este afán de determinar el bienestar social, el autor se refiere a los siguientes elementos:

a) Calidad de materiales de construcción, b) Acceso a servicios de infraestructura básica los bienes y c) Superficie, medida en términos de metros cuadrados además de servicios públicos adyacentes y la composición social de los vecindarios. De este modo define una buena vivienda como aquella que no solo destaca la superficie construida y la calidad de

los materiales utilizados en su construcción sino como *“aquella que facilita la vida familiar, otorga espacios de privacidad, brinda seguridad, contribuye al cuidado de la salud a través de ambientes temperados e higiénicos, a la vez que provee los espacios adecuados para el estudio”*. Siendo de este modo primordial el entorno, que condiciona la calidad de vida y configuración social de los asentamientos. Por lo tanto, la vivienda conforma un bien que facilita el desarrollo familiar y es un elemento de protección frente al clima y la salud, así como también un bien económico transable, es decir, un capital LARRAÑAGA (2007:46).

Otro enfoque sobre la mirada de las causas de la pobreza, que concentra el déficit en los ingresos y carencias de los hogares, hace alusión a los atributos que deben poseer los hogares vulnerables para hacer frente a la estructura de oportunidades que les ofrece el mercado en un momento determinado. Por lo cual, KATZMAN (2000:279) hace referencia a los tipos de capital que permiten la acumulación de activos económicos y las estrategias que desarrollen los grupos vulnerables para movilizar estos activos en su beneficio y desarrollo. Para este efecto la vulnerabilidad social será definida como *“la incapacidad de una persona para aprovechar las oportunidades disponibles en distintos ámbitos socioeconómicos para mejorar su situación de bienestar o impedir su deterioro”* (KATZMAN, 2000: 281).

En este contexto, la vivienda constituye un activo económico en términos de bien estratégico más importante para las familias en situación de pobreza, ya que se constituye como patrimonio físico del hogar, para el desarrollo de actividades productivas, garantía de créditos, recurso para alquiler, es decir, es un recurso para acumular capital social y financiero a largo plazo (KATZMAN, 2000).

Se considera de este modo a la vivienda como un activo, es decir, un capital físico al constituir un elemento de estabilidad y pertenencia, que ante eventos inesperados como un desastre natural genera un aumento en la vulnerabilidad, ya que por ejemplo, se producen desvalorizaciones súbitas de las propiedades, sobre los cuales se tiende a un deterioro en las condiciones de vida. Tal como afirma SATTERTHWAITTE (citado en ONU-HABITAT, 2012:5); *“para muchas familias vulnerables el valor y la importancia de la vivienda exceden el valor monetario. Lo que para muchos es una choza construida en gran parte con materiales improvisados es, en realidad, un hogar con todo lo que representa en materia de seguridad y privacidad para la familia y la vida social”*. De acuerdo con esta afirmación, la vivienda se convierte en la protección principal frente a riesgos medioambientales, además de constituir un lugar de trabajo que a menudo representa el bien más valioso, el cual exacerba las pérdidas económicas producto de los impactos generados por los desastres en mayor proporción en asentamientos informales.

2.4.1 Vivienda precaria en contextos de desastres

Todos los elementos antes expuestos ponen en evidencia las obligaciones que los Estados deben tener en cuenta al momento de garantizar una vivienda digna a sus habitantes y sus núcleos familiares. En este contexto, la Relatora Especial sobre el Derecho a una Vivienda Adecuada de las Naciones Unidas, Raquel Rolnik, se refiere al proceso de reconstrucción post-desastre de la población más vulnerable. Dichos procesos, deben establecer como reto

primordial “derecho a la vivienda adecuada para todos los individuos, las comunidades y familias en América Latina” después de que las ciudades se enfrentan eventos naturales, episodios críticos y recurrentes (ERAZO, 2014 633).

La Relatora Especial indica que, cuando se produce un desastre, las vulnerabilidades presentes en determinados grupos marginales se ven agravadas, ya que a menudo suelen asentarse en lugares frágiles y expuestos, que son altamente vulnerables a los desastres. Dicha situación obedece a las carencias en términos de acceso y gestión a medios técnicos y financieros para localizarse en zonas de seguridad en la ciudad. En este sentido, define la vivienda adecuada como “*la puerta de entrada para que todo individuo, toda familia y comunidad pueda tener acceso a otros derechos humanos como son la educación, la salud, el medio ambiente sano, las oportunidades de trabajo y los medios de sobrevivencia*” (ERAZO, 2014:636). Así, se establecen los derechos humanos como base para la realización de políticas urbanas y políticas de vivienda, en las cuales debe ser parte la comunidad, y que considere en el proceso de reconstrucción, no solo construir casas, sino también elementos como modos de vida.

Así mismo, en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Art.11, se plantea entre las observaciones generales que el derecho a la vivienda es un elemento integrante de un nivel de vida adecuado e indica que:

“El derecho a la vivienda no se debe interpretar en un sentido estricto o restrictivo que lo equipare, por ejemplo, con el cobijo que resulta del mero hecho de tener un tejado por encima de la cabeza o lo considere exclusivamente como un bien. Debe considerarse, en cambio, como el derecho a vivir en seguridad, paz y dignidad en alguna parte”.

En conformidad con la afirmación anterior la destrucción de la vivienda frente a un desastre no solo debe entenderse como daño al activo físico, (el cual se puede reparar, rehabilitar o construir) sino también como un activo social de las familias y de los asentamientos afectados, así como la dinámica particular respecto a su historia, sistemas de tenencia y conformación en el territorio en relación a los sectores más vulnerables. El mismo informe concluye que:

“la vivienda constituye un elemento importante de cualquier ciudad y es fundamental en la vida de las personas marginadas o en situación de vulnerabilidad, e incumbe a los Estados y los gobiernos locales la obligación de defender el derecho a la vivienda adecuada”.

En los últimos cinco años, más de 14,1 millones de personas han perdido sus hogares productos de desastres de diferente origen (ONU-HABITAT, 2012), fenómeno que se acentúa en zonas urbanas de rápido crecimiento en las cuales se concentran infraestructuras precarias generalmente en la periferia de las ciudades en asentamientos informales. Los más altos incrementos de urbanización experimentados por las ciudades se presentaron en los países de mayores ingresos por sobre los ingresos bajos y medios. Los procesos de urbanización, si bien ofrecen mayores beneficios económicos y sociales, ofrecen condiciones de vida precarias no adecuadas para bienestar humano. En esta línea,

en el tercer informe de las Naciones Unidas, sobre la Evaluación Global de la Reducción del Riesgo de Desastre (UNISDR-GAR, 2013), afirma que: *“si un país ignora el riesgo de desastre y permite que éste se acumule, lo que está haciendo en realidad es debilitar su propio potencial de desarrollo social y económico en el futuro”*.

Para ONU- HABITAT, en el Informe de la Vivienda 2012, una vivienda adecuada debe ser el centro de los esfuerzos de recuperación de los desastres urbanos, ya que esta misma facilita el proceso de recuperación, en el sentido de un impacto en la salud humana, lo que implica la alimentación y la recuperación integral a largo plazo. En el mismo informe SCHEIDLER, (citado en ONU-HABITAT, 2012:25) director del Departamento Global de Respuesta a Desastres afirma que:

“La vivienda es la piedra angular de la recuperación tras un desastre urbano. Es vital para la recuperación económica a largo plazo y para el restablecimiento de la dignidad humana en la vida cotidiana de los sobrevivientes del desastre. Igualmente vital es un compromiso de todos para repensar y redefinir cómo planificar antes y cómo responder después de los desastres urbanos, con el fin de reducir el impacto la próxima vez”.

Por su parte la Agenda Hábitat, presentada en la Conferencia Hábitat en Estambul en 1996 hace referencia al concepto de *“vivienda adecuada”* en la cual considera factores que dicen relación con las condiciones fundamentales que debe cumplir una vivienda en el contexto de escala nacional o local según se estipulen y que influye en la calidad de vida de los individuos que la habitan dada sus condiciones económicas, culturales y ambientales de acuerdo al contexto físico, entre estas condiciones antes mencionadas se encuentran:

- *La tenencia.*
- *Ubicación segura, diseño y estructura adecuada y espacio suficiente para una convivencia adecuada.*
- *Servicios básicos de buena calidad.*
- *Muebles, utensilios domésticos y bienes de consumo seguro y eficiente.*
- *Entorno adecuado que promueva la comunicación y colaboración.*
- *Hábitos de comportamientos que promuevan la salud.*

Respecto a la ubicación y estructura de las viviendas, si bien varían de acuerdo a la realidad social y cultural, hace directa alusión a la función de protección en relación con el incremento a la exposición del riesgo y amenazas naturales recurrentes. En América Latina, elementos como la pobreza y el desempleo, la aceleración de la urbanización como efecto producido por las tasas de migración urbano rural, políticas y marcos regulatorios ineficaces asociados la planificación, además de los desastres son determinantes al momento de establecer condiciones para el surgimiento de viviendas precarias en la región (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA PARA LA SALUD/OMS, 2006).

En este contexto, las viviendas precarias se asocian al sistema de auto-construcción, las que no brindan seguridad a sus ocupantes y constituyen una vía informal en que las familias solucionan en forma alternativa los problemas de residencia. En general, en Latinoamérica

estas condiciones socio-residenciales producto del crecimiento de las ciudades, se consolidan, resultando en asentamientos con condiciones inestables y precarias, expuestas a naturales (CASTRO-CORREA *et al.*, 2015).

En Chile la vivienda precaria ha tenido un desarrollo histórico, a través de ocupaciones irregulares, en torno a los denominados “*campamentos*”, para lo cual el MINVU (2011) entre sus definiciones, se refiere a ellos como “*los asentamientos humanos donde hay una concentración espacial de condiciones de vida asociadas a la pobreza y precariedad habitacional*”. Estos asentamientos se conforman por familias vulnerables caracterizadas por la autogestión en cuanto a la producción del hábitat residencial. Además, los conjuntos de viviendas de condiciones informales se caracterizan por estar agrupadas geográficamente y surgen de manera espontánea (MINVU, 2011). A modo de síntesis, se puede establecer que las viviendas precarias son el resultado de la creciente tendencia del crecimiento urbano desregularizado y descontrolado en zonas periféricas de las ciudades, los cuales contribuyen al aumento de la vulnerabilidad. De este modo, la planificación urbana se considera como un importante ente que contribuiría a la rehabilitación de los asentamientos humanos y a la reducción de los problemas socio-espaciales, sobre todo después de un desastre (ONU-HÁBITAT, 2009:10).

2.4.2 Vulnerabilidad física de viviendas frente a sismos.

Queda de manifiesto que las grandes concentraciones demográficas conforme aumenta el crecimiento de asentamientos urbanos en condiciones de vulnerabilidad siguen sin responder a la lógica de seguridad en cuanto a las manifestaciones extremas del medio físico frente a conflictos sociales, en consecuencia la idea de vulnerabilidad no se destruye, sino que solamente se trasforma y se acumula (GARCIA-ACOSTA, 2005).

Una de las manifestaciones de vulnerabilidad está dada por los sistemas constructivos con respecto al comportamiento de las edificaciones frente a sismos. Al respecto WILCHES-CHAUX (1993) se refiere a la vulnerabilidad técnica como forma de la vulnerabilidad física y económica en la que alude a la ausencia de diseños y estructuras sismo-resistentes en viviendas, que en su ausencia son reemplazadas por técnica constructivas carentes de tecnología que garantice la debida seguridad de sus ocupantes frente a un terremoto.

A nivel internacional, entre los estudio orientados a establecer una medición respecto a los daños producidos por terremotos, se señala la escala de clasificación MSK-64, creada en 1964 y recomendada por la “Escala Macrosísmica Europea 1992”, que tuvo lugar en la XXIII Asamblea General de la comisión Sismológica Europea (ESC) en Praga en 1992, con el propósito de obtener experiencias bajo condiciones reales en lo que respecta a condiciones experimentales de sismos, clases de vulnerabilidad y construcciones con técnicas de ingeniería. A esta escala se han introducido modificaciones a lo largo del tiempo basadas en las experiencias recopiladas hasta el momento sobre patrones estructurales de varios terremotos, lo que ha derivado en la versión EMS-98, la cual no solo incluye el tipo de estructura, sino la clase de vulnerabilidad estructural que categoriza la resistencia de las edificaciones provocadas por los terremotos (Fig. N°4).

La clasificación de la escala EMS-98 en cuanto a la intensidad se refiere a la severidad del movimiento del suelo a partir de los efectos observados en el área y cuya clasificación es entre el I y XII según el grado de daño producido y observado, las cuales se pueden dividir en cuatro grupos (GRÜNTAL & DE LEÓN 2003:28):

- a) Seres vivos: gente y animales. Según aumenta la intensidad una mayor proporción de gente o animales (a) notan las vibraciones (b) se asustan debido a ellas.
- b) Objetos ordinarios: Según aumenta la intensidad, un mayor número de objetos domésticos ordinarios (utensilios de cocina, libros, etc.) empiezan a vibrar, desordenarse y caer al suelo
- c) Edificios: Según aumenta la intensidad los edificios experimentan progresivamente mayores daños.
- d) El ambiente natural: Según aumenta la intensidad, existe una mayor probabilidad de que se manifiesten efectos tales como grietas en diques y terraplenes, caídas de rocas, etc.

Tipo de Estructura	Clase de Vulnerabilidad					
	A	B	C	D	E	F
MAMPOSTERÍA	Paredes de peña viva / roca de cantera	○				
	Adobe (ladrillo de tierra)	○—				
	Roca simple	○				
	Roca masiva	○	—			
	Unidades de roca manufacturada	○	—			
	Ladrillo no reforzado, pisos de HA	○	—			
	Reforzado o confinado	○	—			
HORMIGÓN ARMADO (HA)	Armazón sin diseño sismorresistente (DSR)		○			
	Armazón con un nivel moderado de DSR		○	—		
	Armazón con un alto nivel de DSR		○	—		
	Paredes sin DSR		○	—		
	Paredes con un nivel moderado de DSR		○	—		
	Paredes con un nivel alto de DSR		○	—		
ACERO	Estructuras de acero		○	—		
MADERA	Estructuras de madera		○	—		
<p>○ Clase de vulnerabilidad más probable; — Rango probable; Rango de casos excepcionales, menos probables</p>						

Figura Nº 4: Clasificaciones usadas en la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98)
 Fuente: GRÜNTAL & DE LEÓN 2003:14

Durante los sismos, la principal afectación a las construcciones es generada por ondas sísmicas en forma de aceleración horizontal y vertical sobre el terreno, que afectan directamente al tipo de estructura cuando no se cuenta con sistemas rígidos de construcción. La carga se transmite en forma distinta entre los distintos elementos que la conforman y tiende a concentrarse en los muros. En general los elementos estructurales que componen una vivienda son: la cimentación, los muros de carga y techos y entresijos (CENAPRED, 2006:15). Entre los aspectos estructurales que destacan la resistencia de una vivienda ante un sismo, CENAPRED (2006:16) menciona los siguientes:

- La unión entre el techo y los muros asegura la adecuada transmisión de las fuerzas inducidas por el sismo.
- La rigidez del techo, construido con materiales como concreto, viga y bovedilla y similares, garantiza una mejor transmisión de las fuerzas horizontales hacia los muros y además los mantiene ligados entre sí.
- Las fuerzas laterales que se generan son directamente proporcionales al peso de techos y muros. Por tanto, la construcción de vivienda con materiales ligeros como madera, bajareque, entre otros, tiene menor demanda sísmica.

En Chile, según el *“Manual de Reparaciones de Viviendas Mixtas de Albañilería y Tabiquería de Madera y Adobe”* (PFENNIGER, 2013:15) los sistemas constructivos más comunes son: la tierra cruda (adobe, tabiquería o quincha; tapial); albañilería (simple, armada, confinada) y el Hormigón Armado. Estos sistemas constructivos, por efecto de los sismos, deben soportar dos tipos de cargas que se desplazan principalmente en dos direcciones. Una carga se desplaza en dirección horizontal y además una carga de componente en direccional vertical, las que se describe a continuación:

- a) Las cargas verticales o estáticas, que están compuestas, generalmente por el peso propio de la edificación, el peso de los entresijos y el peso de las cosas que ponemos dentro, incluido el peso de las personas.
- b) Las cargas dinámicas, entre las cuales se enumeran las cargas horizontales representadas por el viento y los sismos, son las más importantes (otras cargas dinámicas son las vibraciones producto de motores ascensores, del paso de vehículos pesados u otros). En Chile, los sismos representan las cargas dinámicas más importantes que afectan una estructura y son las que determinan el diseño estructural.

2.5 Clasificación de daños estructurales post-desastre en Chile.

La Norma de cálculo antisísmico en edificios NCh 433 Of.96, define como grado de daño sísmico aquel que se *“determina en los elementos estructurales de un edificio después que éste ha sufrido los efectos de un evento sísmico”*. Bajo esta definición, cada vez que el territorio es afectado por un terremoto, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) de

Chile, dentro de sus líneas de acción, realiza un levantamiento de información sobre daño estructural ocasionados por sismos, en los cuales, establece líneas de acción tendientes a la clasificación técnica respecto a la condición de habitabilidad de las viviendas en coordinación con otras instituciones como el Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO). En forma conjunta realizan un levantamiento de información técnica y social a fin de identificar las necesidades de las familias y sus integrantes. Si bien, no es responsabilidad exclusiva del MINVU, esta institución realiza las coordinaciones necesarias para su efecto.

La evaluación general de daño estructural al momento de la catástrofe, según el Instructivo para la evaluación Técnica de daños en Viviendas, MINVU establece la categorización en cinco niveles de acuerdo al daño estructural (Tabla Nº 1).

Tabla Nº 1: Evaluación técnica en viviendas

SITUACION DE LA VIVIENDA		DESCRIPCIÓN	MARCAR CON "X" UNA ALTERNATIVA (La situación más representativa)	
1	SIN DAÑO	Vivienda no presenta daños debido a la catástrofe.		
2	DAÑO LEVE Reparable Habitable	Daños no estructurales en: puertas, ventanas, vidrios, tabiques no estructurales, cielos rasos, daños menores en instalaciones sanitarias, etc. (debido a la Catástrofe).		
3	DAÑO MODERADO Reparable Habitable	Daños no estructurales de la vivienda (mayores que leves), recuperables que no impiden la habitabilidad de ésta.		
4	DAÑO MAYOR Reparable NO Habitable	Daños estructurales recuperables, que ponen en riesgo la seguridad de los residentes de la vivienda.		
5	DAÑO MAYOR NO Reparable NO Habitable	Daños irrecuperables, que implican riesgo de colapso de la vivienda.		
Requiere visita de ingeniero estructural <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO				

Fuente: Instructivo para la evaluación técnica, MINVU

Otros instrumentos que se utilizan para la recolección de datos externos de la población por parte de los ministerios, encontramos los siguientes:

- a) **Informe ALFA:** Este documento del Plan Nacional de Protección Civil registra la información general de la emergencia a **nivel comunal** permite identificar el evento a nivel de daños, evaluación de necesidades y decisiones y su efecto en el tiempo.
- b) **Informe DELTA:** Este informe es complementario al informe alfa a nivel comunal, y se utiliza cuando la emergencia sobrepasa su capacidad de respuesta y/o se ha establecido una coordinación a nivel provincial o regional.
- c) **Informe EDANI:** Este informe considera daños en la infraestructura y servicios y se centraliza a nivel municipal y es aplicado por la Dirección de obras Municipales, (DOM), con apoyo de otras instituciones.
- d) **Ficha EFU (Encuesta Única Familiar):** Este instrumento de evaluación del Plan Nacional de Protección Civil, trata sobre las variables fundamentales destinadas a identificar y priorizar necesidades de familias y de sus integrantes, potencialmente damnificados por una catástrofe.

2.5.1 Legislación y planificación en materia de construcción en Chile

Los instrumentos de planificación urbana y disposiciones en materia de construcción en Chile están regidos en la Ley General de Urbanismo y Construcción, (LGUC) la cual entró en vigencia a contar de 1976, además la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), referente a la planificación urbana. También se incluyen en materia de regulación antisísmica las Normas Técnicas, que confecciona el Instituto de Normalización (INN) y cuyas modificaciones y propuestas corresponderán al MINVU por orden del presidente de la República, Art.3. (DFL 458/1978).

Respecto a la aplicación de dicha normativa, en EL Título II. Art.5 (LGUC), se indica que son las Municipalidades las responsables de aplicar la Ley, la Ordenanza General y las Normas Técnicas, además de los reglamentos en materia de planificación urbana, urbanización y construcción y que debiera velar por el cumplimiento de éstas a través del Director de Obras, profesional idóneo cuyas responsabilidades están explicitadas en el Art. 5 de la presente Ley, que entre sus atribuciones le corresponde estudiar antecedentes de las obras, dar permisos de ejecución, conocer los reclamos durante las faenas y dar recepción final de ellas.²

2.5.2 Normas técnicas de regulación antisísmica.

A través de la historia, los principales impulsores en cuanto a regulación en materia constructiva en Chile, han sido los mismos eventos sísmicos, es decir, las lecciones aprendidas como consecuencia de los terremotos. Estos eventos, de acuerdo a la devastación ocasionada, han impulsado estudios en materia de construcción antisísmica, los que han derivado en normativa relacionada con el diseño y construcción, tales como la Ley General de Urbanismo en 1929.

En la evolución histórica que ha tenido la normativa, destaca la creación de dos normas que tienen aplicación directa en materia de construcción antisísmica, las cuales corresponden a la base técnica del diseño sísmico en Chile. La primera se estableció a contar de 1966, después del terremoto de Valdivia de 1960. La norma técnica de cálculo antisísmico de edificios, NCh 433, se oficializó en 1972 y se modificó en el año 2009. (SAEZ DEL PINO, 2011). La segunda norma fue con respecto a las instalaciones industriales y se elaboró en el año 2003 donde se oficializa la norma técnica NCh 2369 de Diseño Antisísmico y la NCH 2745 de análisis y diseño antisísmico de edificios con Aislación Antisísmica, referida específicamente al diseño.

Otro aspecto importante a destacar es el Decreto del MINVU N° 117, que creó el Reglamento que establece el Diseño Sísmico de Edificios para su aplicación en conjunto con la norma NCh 433.Of96, en la cual, se incluyen modificaciones referentes a la clasificación de tipo de suelo de fundación. Estas medidas fueron tomadas como

² CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 2003. DFL.458: Ley General de Urbanismo y Construcción.

consecuencia de los efectos producidos por el terremoto del 27 Febrero 2010, para dar precisión al diseño sísmico más apropiado de acuerdo al tipo de suelo estudiado a nivel local (SAEZ DEL PINO, 2011).

De acuerdo a las disposiciones generales sobre diseño y métodos de análisis de las estructuras, la norma NCh 433. Of96 del párrafo 5.1, está orientada a lograr que las edificaciones:

- a) resistan sin daños movimientos sísmicos de intensidad moderada
- b) limiten los daños en elementos no estructurales durante sismos de mediana intensidad
- c) eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente severa, aunque presenten daños.

2.5.3 NCh 433. OF.96. Diseño Sísmico de Edificios

El organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional es el Instituto Nacional de Normalización, (INN), miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT) representado en Chile ante estos organismos³ y es una institución sin fines de lucro creada por la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO).

Esta norma se refiere a los requisitos exigibles para el diseño sísmico de edificios, los equipos y elementos secundarios que deben cumplir las construcciones, también incluyen recomendaciones sobre evaluación y reparación aplicable a materiales o sistemas que tengan una norma técnica de diseño sísmico, resistencia y ductilidad equivalente a los requerimientos de esta norma para materiales convencionales.

Las disposiciones generales de la aplicación de la norma son las siguientes, que dicen relación con la zonificación respecto a los suelos de fundación:

1.-Zonificación sísmica: *Se distinguen tres zonas sísmicas en el territorio nacional de acuerdo al tipo de suelo. Para la zonificación sísmica de las regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX y Metropolitana, debe prevalecer la zonificación basada en la división política de las comunas.*

2.-Efecto del suelo de fundación y de la topografía en las características del movimiento sísmico: *Los parámetros que representan las características del suelo de fundación que influyen en el valor del esfuerzo de corte basal. Esta disposición es para*

³ CHILE. Instituto Nacional de Normalización. 2009. NCH 433 Of. 96, modificada 2009. Diseño Sísmico de Edificios.

terrenos que son de baja topografía y estratificación horizontal, y las estructuras se encuentran lejos de singularidades geomorfológicas y topográficas. (NCh 433 Of.96).

Se excluyen los siguientes tipos de suelo, los cuales requieren un estudio especial:

- a) *Suelos potencialmente licuables, entendiendo por ellos las arenas, arenas limosas o limos, saturados, con índice de Penetración Estándar N menor a 20 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa)*
- b) *Suelos susceptibles de densificación por vibración*

Según las disposiciones de la Norma, respecto a los estudios especiales que requieren estos tipos de suelo anteriormente descritos, deben apoyarse en informes sustentados en una exploración del subsuelo acorde con el proyecto a realizar. Cuando no basten para clasificar los suelos, estos estudios deberán superponer un perfil de suelo que resulte en el mayor valor del esfuerzo de corte basal (NCh 433 Of.96).

La evolución histórica que ha tenido la normativa con respecto a las construcciones se presenta en el siguiente cuadro que da cuenta de las modificaciones incluidas a partir de cada experiencia como consecuencia de los efectos de los sismos que han afectado al territorio nacional (Tabla N°2).

Tabla Nº 2: Evolución histórica y regulación antisísmica Chilena

Año	Evento sísmico	Mw	Avances regulación en materia constructiva	Observaciones
1906	Terremoto Valparaíso	-	Se realizan estudios sismológicos por Ferdinand Montessus de Ballore contratado por el gobierno de la época dado el grado de destrucción y pérdidas de vidas humanas.	Se fundó el Instituto Sismológico de Chile.
1928	Terremoto Talca	8.3	Se inician los estudios pertinentes para dar inicio al diseño de la Ley General de Urbanismo del año 1929.	Se señala la necesidad de "permiso para construir" las nuevas edificaciones.
1931	No hay evento asociado	-	Se promulga el Decreto con fuerza de Ley 345, en el cual se dictó la Ley General y se incluyó la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. (OGUC). Ambas normas comenzaron a regir en 1936, año en el cual fueron publicadas en el diario oficial	Junto a la Ordenanza rige las construcciones y transformaciones de edificios y urbanización.
1954	No hay evento asociado	-	Se establece la comisión del Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización (INDITECNOR). Norma, Decreto 1496 incorporada en la Ordenanza General de Construcciones.	Elabora norma de diseño sísmico de edificios, materiales que deban emplearse y en general todas las exigencias de seguridad, higiene, comodidad y aspecto que deba reunir.
1960	Terremoto Valdivia	9,5	Se da inicio a los estudios de la primera norma de diseño sísmico para edificaciones NCh 433 en 1966.	En Chile se crea la Asociación Chilena de sismología e Ingeniería Antisísmica (ACHISINA) en el año 1963. Su objetivo es impulsar y divulgar la investigación en ingeniería sísmo resistente.
1972	Luego del terremoto de 1965 en la Ligua	7,4	Se oficializa la norma NCh 433 o norma técnica de Diseño Sísmico de Edificios.	Se refiere al Cálculo antisísmico de edificios el cual incluye el análisis dinámico y estático, efectos en el suelo, estructura del edificio y su importancia.
1985	Terremoto San Antonio	8,0	Es la primera oportunidad de probar la norma NCh 433 OF.96	Se vio la necesidad de incorporar modificaciones para crear la NCh 433. Of.96.
1993			Se dicta la norma NCh 433. Of. 93 Se indica en la norma que mientras no se actualizara las normas de diseño de edificios de Hormigón Armado NCh 429. EOf57 y NCh 430.E Of.61 estas deben regirse por la norma internacional para el Concreto Estructural (ACI318) de Estados Unidos.	Se incorpora la zonificación del país en tres zonas de acuerdo al riesgo sísmico y los efectos que producen los suelos de fundación.
1996	A un año del Terremoto de Antofagasta 1995	-	Se actualiza la norma NCh 433 de Diseño Sísmico. Se incorpora la norma el código ACI318-1995 para el diseño de estructura de Hormigón Armado y se incorporan la zonificación sísmica de acuerdo al grado de sismicidad en el territorio.	Esta norma alude al reforzamiento de muros con elementos especiales.
2003	No hay evento asociado	-	Se oficializan las normas técnicas NCh 2369 de Diseño Sísmico de Estructuras e instalaciones industriales y la NCh 2745 de Análisis y Diseño Sísmico.	Las modificaciones fueron propuestas por ACHISINA (NCh 433. Of.1996 Mod.2009. Diseño sísmico de Edificios.
2009	No hay evento asociado	-	Se actualiza la norma NCh 433 de 1996	
2011	A un año del Terremoto 27 de febrero 2010.	8.8	El MINVU elabora el Decreto Nº 117, a través del Instituto de la Construcción, la modificación de la norma NCh 433 y de la NCh 430 que crea el reglamento sobre Hormigón Armado. A través del Decreto Nº 118. Se crea la norma técnica NTM 002 2010, se refiere a proyectos de intervención estructural de construcciones patrimoniales de tierra y establece requisitos para construcción en adobe.	Se refiere al cálculo estructural y Diseño para el Hormigón Armado, post terremoto y tsunamis de 27 Febrero 2010.

Fuente: Adaptado de LARRAIN (1992) y SAEZ DEL PINO (2011)

3 CAPITULO III: ANTECEDENTES GENERALES

3.1 Contexto mundial del caso de estudio

En el actual contexto mundial, gran parte de los países se ven enfrentados a grandes pérdidas económicas potenciales provocadas por desastres naturales, debido al aumento del valor de los activos expuestos, sobre todo en países de ingresos bajos y medios. Estos países destinan gran parte de su PIB en reconstrucción, principalmente por daños provocados en infraestructura pública, producción y vivienda, elementos considerados como aspectos claves del desarrollo en el crecimiento de un país (UNISDR, 2015a).

Según lo señalado por Evaluación *Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastre 2015* (GAR) en UNISDR (2015b), existe una gran tendencia de los riesgos a concentrarse cada vez más en los espacios urbanos, los cuales, de presentar un desarrollo socialmente segregado, se exponen a nuevos patrones de riesgo de desastre extensivos e intensivos, en los cuales, los hogares de bajos ingresos suelen ocupar zonas expuestas a amenazas y con niveles de degradación ambiental mayores al resto.

América Latina y el Caribe se presentan como las regiones de mayor grado de urbanización en el mundo. En las ciudades de América Latina, cuatro de cada cinco personas viven en ciudades, por lo cual, los problemas habitacionales afectan a más de la tercera parte de las familias que las habitan, lo que repercute de manera importante en la calidad de vida y vulnerabilidad de la población frente a desastres (BID, 2012).

UNISDR (2015b), realiza un informe para América Latina y el Caribe, sobre impactos de desastre en 22 países de la región. Éste se inscribe en el Marco Metas y Prioridades de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastre 2015-2030, el cual incluye siete metas con este fin. El informe da cuenta sobre personas afectadas y viviendas dañadas por cada 100 mil habitantes por eventos intensivos⁴.

Cabe señalar que la estimación de la cantidad de pérdidas y daños no dice relación con el tamaño del país, sino más bien, con las condiciones de vulnerabilidad que existente en cada territorio. A continuación se presenta una tabla resumen con respecto a las pérdidas de viviendas por efectos producidos por terremotos (Tabla N°3).

⁴ Eventos que corresponden manifestaciones asociadas con la exposición de grandes concentraciones poblacionales y actividades económicas a amenazas, y que derivan en impactos catastróficos caracterizados por pérdidas de vidas y de bienes UNISDR (2009).

Tabla Nº 3: Viviendas destruidas por riesgo intensivo, 1990-2013

País	Sismo	Mw(*)	Viviendas Destruídas
El Salvador	2001	7.7	95.961
Perú	2007	8.0	83.116
El Salvador	2001	6.6	34.856
Colombia	1999	6.1	34.419
Perú	2001	8.4	16.634
México	1999	7.0	9.538
Chile	2010	8.8	81.444(**)

Fuente: Adaptado de UNISDR (2015a), (*) USGS: Disponible en <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes>. (**) Las viviendas consideradas en el caso de Chile, sólo se refieren a las con daños mayor y que representan un riesgo para su estabilidad, según lo estipulado en el Plan de Reconstrucción 2010 (Gobierno de Chile, 2010: 18)

Los terremotos, aunque son eventos de baja frecuencia, ocupan un lugar preponderante en cuanto a grandes pérdidas y daños económicos ocasionados. Las pérdidas a nivel global, se estiman aproximadamente en 113.000 millones de dólares americanos. Éstas están asociadas directamente a los activos expuestos en zonas de alta sismicidad, tal como las viviendas e infraestructura. Sin embargo, cabe señalar que en el caso de Chile, este factor se ha visto reducido por las exigencias en cuanto a normativa de construcción, tal como la norma de diseño Sísmico NCh433. Of96, del Instituto Nacional de Normalización (INN).

La situación antes descrita quedó de manifiesto en el año 2010 a consecuencia de los terremotos que afectaron de manera indistinta a Haití y Chile. En el primer país, la catástrofe del 12 de enero en su capital Puerto Príncipe destruyó más de 115.000 hogares, dañó moderadamente 167.000 y severamente 14.500 viviendas. La afectación sufrida por las viviendas obligó a 1,3 millones de personas a trasladarse a viviendas temporales (WORLD BANK, 2010). El mismo año en Chile un terremoto con magnitud de Mw-8.8 afectó a la zona centro sur del país. Si bien las condiciones económicas y sociales de ambos países son distintas y abismales, quedó de manifiesto la desigualdad de los efectos en una serie de dimensiones, desde la vulnerabilidad de las construcciones hasta la vulnerabilidad de la población, que se han visto enfrentadas de manera diferente a los procesos de reconstrucción.

Si bien los desastres no son privativos de países subdesarrollados, resulta pertinente el énfasis en el estudio de la vulnerabilidad física y social en los países y/o ciudades en desarrollo, las que se caracterizan por el incremento en la urbanización, que presentan patrones de desarrollo en función de la economía, y que suelen generar desarrollo territorial

desigual. Este aspecto repercute en el aumento de la vulnerabilidad y pérdidas económicas de la población (ANEAS DE CASTRO, 2000).

3.1.1 Antecedentes históricos

Desde los primeros asentamientos que caracterizaron el origen de Iquique, asociados a los Changos, grupo étnico dedicado a la pesca mediante labores extractivas, hasta la llegada de los españoles, que utilizaron la ciudad como centro estratégico de operaciones militares debido a las condiciones de localización que presentaba la ciudad, Iquique se ha caracterizado por un desarrollo económico organizado en torno a labores extractivas. Entre estas labores se cuentan las relacionadas con la extracción mineral, tal como los yacimientos de Santa Rosa y Huantajaya. Además, hasta el siglo XVIII comienza un auge económico sustentado en las primeras exportaciones de salitre, que paralelamente comienzan a atraer población y comienzan la expansión urbana (HURTADO & CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2011).

Sin embargo, entre 1930 y 1960 la ciudad experimenta una fuerte crisis económica marcada por la denominada “crisis del salitre”, en que las exportaciones decaen producto de la invención del salitre sintético durante la primera guerra mundial, lo que repercute en el crecimiento poblacional y urbano de la ciudad (SEREX, 2007: 13). Durante los años 60, se da inicio a la industria pesquera, en la que se produce una explotación expansiva de recursos pesqueros, los que posteriormente se verán reducidos por las fuertes regulaciones medioambientales y los cambios en el mercado internacional.

En 1975 se crea la Zona Franca de Iquique (ZOFRI), lo que conjuntamente con el carácter económico, generó un aumento en la ocupación de suelo a su alrededor y aumentó los viajes hacia el sector, que comenzó a ser considerado polo económico. Actualmente, la ZOFRI concentra gran parte de la actividad económica de la ciudad junto con la actividad minera desde la década de los 90. Desde el punto de económico, la ciudad se caracteriza por presentar una mixtura en cuanto a actividades portuarias, mineras, turísticas y de servicios, las que a través de su historia han condicionado no sólo su crecimiento económico sino su crecimiento urbano (HURTADO & CCHC, 2011).

Respecto al crecimiento urbano, en 1981 se aprueba el Plan Regulador de Iquique, el cual hasta el momento define la sectorización de la ciudad en cuatro áreas básicas, las que se diferenciaban en términos funcionales (SEREX, 2007). El explosivo crecimiento urbano de la ciudad de Iquique lleva a la creación de la comuna de Alto Hospicio en el año 2004, que hasta el momento era considerada la periferia de la ciudad, que hasta ese entonces conformaba un único sistema urbano (SEREX, 2007).

3.1.2 Características Sociodemográficas

Actualmente, la conurbación Iquique–Alto Hospicio concentra el 93,1% de la población regional. Según indicadores demográficos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2012), hasta el año 2012, la comuna de Iquique presentaba una población de 238.950⁵ habitantes, de los cuales 183.997 habitantes corresponden a la ciudad de Iquique, con una superficie que abarca 2.835 km². La tasa de crecimiento de población en la comuna según estimaciones de Censo, entre 1992 a 2012, presenta una variabilidad cercana al 21,9%. En cuanto a la situación de pobreza, para el año 2011 MIDEPLAN (2014) estimaba a nivel comunal⁶ en 9,3%, una tasa inferior a nivel regional y nacional de 13,1% y 14,4% respectivamente.

3.1.3 Características habitacionales de Iquique

Paralelamente con la actividad minera, a partir de 1990, se comienza a desarrollar económicamente el sector de la construcción, el cual presenta una participación en el PIB regional del 10%. Esta actividad asociada al sector inmobiliario, evoluciona a partir de la construcción de más de 30 edificios de altura y 12 mil casas por año, correspondientes a viviendas sociales. Además, este rubro se ve favorecido por la intensa actividad turística que se desarrolla en la zona debido principalmente a las condiciones climáticas y a la plataforma hotelera que ofrece la ciudad (CIPTAR, 2012:9).

Si bien el desarrollo de la actividad inmobiliaria está asociado al desarrollo económico de la ciudad ha tenido importantes efectos sobre la ocupación de suelo urbano, ya sea por la expansión demográfica, como por la ocupación de suelo per cápita (FIGUEROA & FUENTES, 2009:154). En el caso de Iquique se manifiesta en el borde costero con la proliferación de departamentos principalmente en las zonas de Hospital y Barrio Industrial y en el nor-orienté los distritos de Puerto Cavancha, Playa Brava y La Tirana Sur. Lo que ha favorecido a cierto sector económico, ya que la oferta inmobiliaria supera las 1300 UF, dirigida sólo a cubrir determinado sector socioeconómico. Tal es el caso de los grupos socioeconómicos ABC1 y C2 (FIGUEROA y FUENTES, 2009:155).

Este sistema de funcionamiento del mercado inmobiliario descrito anteriormente, se ha traducido en el uso intensivo del suelo urbano y la falta de disponibilidad para la expansión urbana, por lo que su límite ha sido ocupado prácticamente en su totalidad (PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, TARAPACÁ, 2013). La expresión territorial de éste fenómeno se traduce en el uso de suelo, el cual es predominantemente de tipo residencial, el cual abarca un 63,6% de la superficie. En cuanto al uso comercial es de un 27%, el uso industrial 7,76% y los servicios que cubren el 0,65% del suelo urbano. Respecto a los valores de suelo en el área urbana, el promedio del valor es de

⁵ La cifra incluye la población de Alto Hospicio que fue creada en año 2004.

⁶ En Chile se utiliza un criterio indirecto y absoluto en la medición de la pobreza, el primero utiliza los ingresos como indicador de la capacidad de satisfacer ciertas necesidades básicas multidimensionales y el segundo el nivel de ingresos fijo, que no dependen de su evolución en el tiempo (CASEN, 2011).

aproximadamente 1,5 UF/m², mientras que en el sector sur los valores alcanzan 3,5 UF/m² (SEREX, 2007).

En cuanto a la cantidad de viviendas construidas al año 2002, la comuna de Iquique presenta un total de 45.260 viviendas, de las cuales 44.310 pertenecen al área urbana y 950 viviendas al área rural (INE, 2007). El material constructivo predominante se observa en el siguiente gráfico (Fig. N°5).

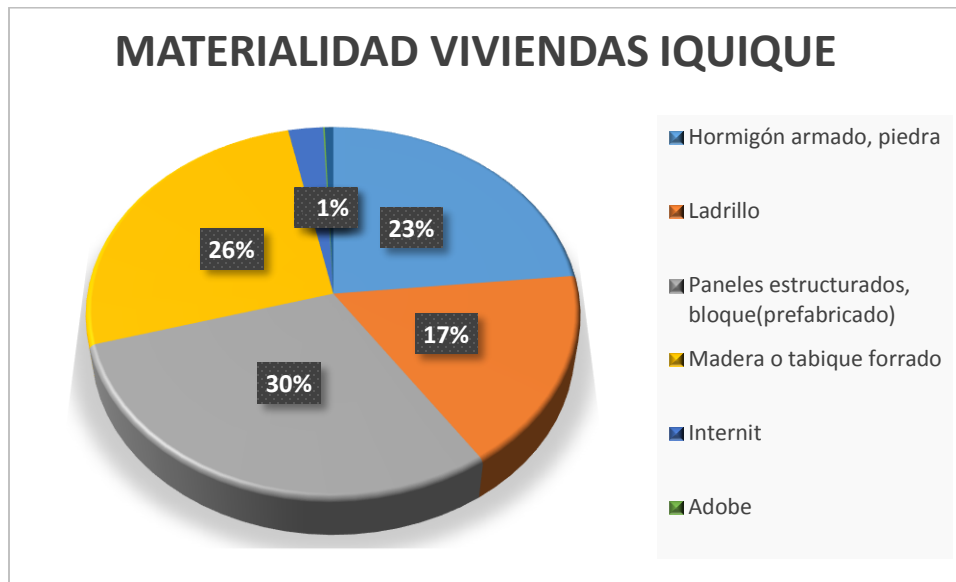


Figura N° 5: Materialidad predominante en Iquique. Fuente: Censo 2002

Según la Ficha de Protección Social julio 2013, la ciudad de Iquique presentaba viviendas en condiciones de hacinamiento medio o crítico⁷ menor al total región, pero muy superior al total país (CASEN, 2014:4).

3.2 Características físicas de Iquique

A continuación, se realiza una descripción física en la cual se encuentra inserta la ciudad de Iquique, la cual considera aspectos de tipo geomorfológico, geológico y sísmico. Así mismo, se describe las condiciones sísmicas en las cuales tuvo lugar el terremoto de 2014 en la ciudad de Iquique.

3.2.1 Geomorfología

La Región de Tarapacá se caracteriza por presentar tres unidades morfo-estructurales que conforman el territorio: la Cordillera de la Costa, el Sistema Andino y la Depresión Intermedia. En este contexto, la ciudad de Iquique se localiza en el borde occidental del continente, en el margen de subducción, en la cual su plataforma submarina tiene

⁷ Hogares con 5 y más personas por dormitorio de uso exclusivo; hogares sin dormitorios de uso exclusivo (CASEN, 2013).

aproximadamente 10 Kilómetros de ancho. Se ubica frente a la fosa de Atacama de 6.896 metros de profundidad, y a una distancia de 12 Km del litoral (CASTRO, 2004).

La comuna presenta cuatro unidades morfológicas importantes. Éstas se presentan de norte a sur y de oeste a este en el siguiente orden: Cordillera de la Costa, Pampa y Cordillera de los Andes (PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COSTERO TARAPACA, 2011). Además, existen tres unidades geomorfológicas predominantes que se describen a continuación:

- ❖ **Planicie litoral:** Está caracterizada como una estrecha plataforma de abrasión o terraza de abrasión marina, emergida y labrada al pie del Acantilado Costero (QUEZADA *et al.*, 2010), en el cual se emplaza el casco urbano de Iquique. Su ancho es de 4 km en la parte más ancha aproximadamente y de 2 km en su parte más angosta frente a Caleta el molle. Su forma es denominada policíclica, como resultado de transgresiones y regresiones marinas durante el Plioceno- Cuaternario (PASKOFF, 1978-1979 en PASKOFF & CUITINO, 1998). Esta terraza corta las rocas de la unidad volcánico-sedimentaria continental de la Formación Punta Barranco de edad cretácica (THOMAS, 1970). Actualmente presenta una playa arenosa alternada por depósitos marinos litorales, aluviales, coluviales, eólicos y sectores rocosos.

- ❖ **Dunas Cerro Dragón:** Cerro Dragón es una duna litoral de 4 Km de largo y entre 150 y 500 metros de ancho y una altitud máxima de 320 metros en la cima. Se ubica frente a Iquique en el límite sur-oriental en la terraza marina rocosa, luego de un mega acantilado (eskarpe costero) de 500 metros de altura. Se caracteriza por presentar una fuerte pendiente que obstaculiza el desplazamiento del viento suroeste. La duna se considera de carácter relicto, por las evidencias sedimentológicas y petrográficas que lo conforman (CASTRO, 2004). Su formación se produjo durante el periodo glacio-eustático de la última glaciación (PASKOFF & CUITINO, 1998) cuando descendió el nivel del mar hace ca.20.000 años (MARQUARDT *et al.*, (2008). Este fenómeno generó un retrabajo eólico de los sedimentos de las terrazas litorales que quedaron expuestas. Por lo que se produjeron grandes depósitos eólicos, que a su vez formaron depósitos de arenas longitudinales y transversales, que se transportaron incluso al eskarpe costero por acción del viento.

Cabe señalar que actualmente la gran Duna de Cerro Dragón es considerada de gran valor geomorfológico y paisajístico, científico-cultural, ambiental, y territorial. Además se encuentra amenazada por la urbanización no controlada y actividades antrópicas que involucran la erosión y fragmentación de este campo dunario (CASTRO, 2004).

- ❖ **Gran Escarpe Costero:** A nivel regional, es la morfoestructura de mayor envergadura en el norte de Chile, que separa la Cordillera de la Costa de las Planicies Litorales. Se formó durante el Pleistoceno-Holoceno, por procesos sedimentarios tectónicos, por lo que alcanza altura de 1.500-2000 m.s.n.m, con una anchura de 20-40 km (MARQUARDT *et al.*, 2008). Entre Arica e Iquique, (18,5° - 20,3°S) se presenta como

un acantilado activo y abrupto situado en el borde occidental bajo la acción erosiva de las olas.

Hacia el sur de Iquique (20°10´S), el escarpe se encuentra inactivo por la acción de la erosión de deslizamientos y remoción en masa (TOLOZA *et al.*, 2009). Respecto a la orogénesis del acantilado, ésta se explica por la continua ocurrencia de terremotos de subducción, al estar emplazado en una zona de subsidencia cosísmica que provocó un alzamiento de la plataforma de abrasión marina, debido a que la distancia del litoral a la fosa aumenta al norte de la ciudad (PASKOFF & CUITINO 1998; QUEZADA *et al.*, 2005; TOLORZA *et al.*, 2009)). A su vez, debido a su morfoestructura, esta unidad estructural ha condicionado el clima de hiperaridez que caracteriza al Desierto de Atacama.

- ❖ **Condición climática:** El clima corresponde al tipo desértico costero brumoso (BWn), con abundantes neblinas adiabáticas (camanchaca), caracterizado por una alta humedad relativa del aire (PASCOFF & CUITINO 1998). La condición de aridez extrema se extiende en el norte del país hasta 26°S (QUEZADA *et al.*, 2010). La pluviosidad anual es inferior a 0,6 mm, la que se acentúa aún más por la presencia de la corriente de Humboldt, debido al enfriamiento de las masas de agua oceánica (QUEZADA *et al.*, 2010). Las temperaturas son relativamente bajas y homogéneas que alcanzan una temperatura media de 18°C. La amplitud térmica en la zona litoral es de 6-7°, con una fluctuación de temperaturas entre el mes de julio de 14,9°C y el mes de enero de 20,5°C (PASKOFF & CUITINO 1998). Los vientos de mayor frecuencia se presentan con dirección SW y S y se relacionan con el anticiclón del Pacífico Oriental (CASTRO, 2004).

3.2.2 Características Geológicas:

La geología de la ciudad de Iquique se enmarca en medio de dos unidades morfoestructurales importantes: la Planicie Litoral y la Cordillera de la Costa. Respecto a la conformación geológica de la Cordillera de la Costa, está compuesta por rocas andesíticas, remanentes de un antiguo arco magmático jurásico (PASKOFF & CUITINO, 1998). Existen además depósitos cenozoicos antiguos que corresponden a gravas, que se encuentran al interior y además de forma expuesta en la parte alta en el denominado Acantilado Costero. Éste último se compone principalmente de rocas del Mioceno Superior-Plioceno, conformada por areniscas coquinoideas y lutitas que yacen horizontalmente y representan un ambiente marino. Además, posteriormente sobre ellos existen depósitos pleistocénicos aterrizados que conforman un ambiente litoral (PASKOFF & CUITINO, 1998).

En cuanto a las unidades litoestratigráficas que caracterizan al litoral están compuestas principalmente de dos formaciones geológicas que corresponden a Formación Punta Barranco y Huantajaya, las que se describen a continuación:

- **Formación Punta Barranco:** compuesta por secuencia de rocas volcánicas, volcanoclásticas de composición andesítico-basáltico, subvolcánicas con intrusiones de cuerpos subvolcánicos desarrollados durante el Jurásico Medio y Superior. Presenta orientación de rumbo Este –Oeste a Nornoreste- Sursuroeste, con manteo de hasta 30° hacia el Norte y el Oeste. Además se caracteriza por presentar afloramientos

fracturados de tipo planar sinuoso y de moderada rugosidad (MARQUARDT *et al.*, 2008).

- **Formación Huantajaya:** se presenta en la Cordillera de la Costa, unida a la Formación Punta Barranco. Se compone de rocas sedimentarias calcáreas y clásticas de origen marino (THOMAS, 1970; MARQUARDT *et al.*, 2008). Los depósitos sedimentarios se definen como: consolidados y no consolidados, aluviales, coluviales, eólicos y aluviales derivados del procesos erosivos actuales (SERNAGEOMIN, 2002). Entre los depósitos sedimentarios se encuentran las Gravas de Alto Hospicio, que corresponden a:
- Secuencias de grava y areniscas de origen aluvial con intercalaciones de cenizas.
 - Depósitos aluviales: depósitos que rellenan la depresión de la Cordillera de Costa de depósitos eólicos y depósitos aluviales activos.
 - Depósitos coluviales: consisten en material subangulosos como bloques, gravas y arenas provenientes de transportes gravitacionales y aluviales; depósitos eólicos.
 - Sedimentos finos transportados por el viento que constituyen arenas finas no consolidadas; depósitos aluviales activos.
 - Sedimentos que conforman abanicos aluviales, activos conformados por bloques, gravas, arenas y limos se ubican en laderas de cerros y son transportados por episodios de escorrentías superficial y esporádicos (OPAZO, 2014).

3.2.2.1 Sistemas de Fallas geológicas Iquique: Las fallas geológicas son una “discontinuidad plana o semiplana en la corteza terrestre donde un lado de ésta se desplaza con respecto al otro lado”. Esta discontinuidad se puede presentar como falla activa, es decir, que en el pasado geológico reciente tuvo movimiento, de manera que podría tener nuevamente actividad en el futuro (TOMLINSON *et al.*, 2011). El grado de actividad que presentan las fallas está asociado con procesos de movimiento de la placa tectónica que puede determinar su peligrosidad y el grado de sismicidad. Una falla debe ser considerada activa si tuvo movimiento durante los último 125.000 años (durante el Pleistoceno Superior-Holoceno) o de lo contrario, si presentó más de un movimiento los últimos 500.000 años. En la Cordillera de la Costa de la zona norte, las fallas se presentan inversas con dirección este-oeste, las cuales se originaron por deformaciones elásticas permanentes liberada por terremotos. Las fallas originadas por la interacción entre las placas tectónicas en la Fosa Chile-Perú tienen un alto grado de actividad sísmica debido a la gran cantidad de terremotos producidos en la zona, los cuales se pueden presentar con plazos de recurrencia de cientos de años.

El sistema de fallas de Iquique se encuentra conformado por cuatro fallas de tipo inversa que cruzan la ciudad desde el interior de la región, las cuales corresponden en orden de norte a sur a: Falla Zofri; Falla Cavancha; Falla Molle y Falla Tarapacá (Fig. N°6).

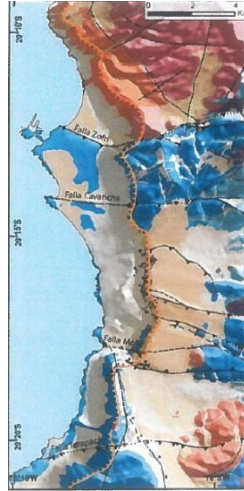


Figura Nº 6: Sistema de fallas en Iquique.
Fuente: Marquardt (2005), en Tomilson et al., (2011)

3.2.2.2 Basamento Rocoso: En 1974 y 1973, se realizó un estudio del borde continental del norte de Chile entre los 18° y 24° de Latitud Sur, por el buque oceanográfico Kana keoki, el cual se basó en reflectividad acústica. Dicha investigación fue realizada mediante la obtención de muestras de fondo de perfiles sísmicos de reflexión con el fin de identificar la composición del basamento rocoso. El estudio de la reflectividad acústica arrojó que en el basamento frente a las costas se identifican dos unidades respecto a su composición, que corresponden a ígneo-metamórfico y estratificado y tres unidades sedimentarias de relleno que se encuentran en una cuenca estrecha y discontinua de aproximadamente 300 km de extensión y 30 -40 km de ancho en las cuales se identifican fallas normales y plegamientos y fracturas respectivamente (FERRARI, 1979).

3.2.3 Fuentes sismogénicas en Chile

Los sismos corresponden a procesos de generación de ondas al interior de la corteza terrestre, producidos por la acumulación de energía potencial elástica, que al llegar a la superficie en forma de ondas son percibidas por la población y que afectan a las estructuras, las construcciones y la naturaleza. La amplitud del movimiento dependerá del desplazamiento (velocidad y aceleración del suelo) y tiempo de duración, los que se reflejan en la mayor o menor intensidad que presenten los sismos (CRISPIERI, 2011). La Oficina Nacional de Emergencia ONEMI, define a los sismos como movimientos bruscos de la tierra, y que son originados generalmente por actividad volcánica o tectónica. En Chile son denominados como temblores cuando son de menor intensidad y terremotos cuando son de mayor escala (Escala Mercalli) (ONEMI, 2014) Los sismos se miden en dos escalas: la primera da cuenta de la intensidad o medida subjetiva del impacto sobre la población y que corresponde a la escala de Mercalli- Cancani o Modificada de Mercalli (M.M). La segunda, que corresponde a la escala de Richter, mide la magnitud, medida objetiva que se calcula a partir del tamaño de la zona de ruptura y desplazamiento, así como la energía que libera (DUQUE, 1998 citado en FOCK, *et al.*, 2010).

Chile es definido como uno de los países más sísmicos del mundo, y cuyos centros poblados han sido históricamente afectados por estos fenómenos. Los principales efectos y pérdidas importantes son traducidos en términos de pérdidas de vidas humanas, materiales, económicas y daños estructurales (ESPINOZA, 1985; SCHOLZ, 2002; LEYTON *et al.*, 2010). Los sismos son producidos principalmente por el contacto de las placas tectónicas, ya que Chile se ubica en la zona de subducción, entre 18°S y 47°S. Este fenómeno obedece a la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, a una velocidad de convergencia de 6-7 cm al año (BARRIENTOS, 2014; KHAZARADZE & KLOTZ, 2003, citado en LEYTON *et al.*, 2010).

En este ambiente tectónico, LEYTON *et al.*, (2010) identifica las siguientes fuentes sismogénicas en Chile. Estas fuentes son identificadas como producto de la combinación de la influencia interplaca e intraplaca de profundidad intermedia y cortical (Fig. N°7):

- *Sismicidad interplaca*: producida por el contacto de las placas Sudamérica y de Nazca. Se extiende desde la fosa hasta unos 50 a 60 km de profundidad.
- *Sismicidad Intraplaca*: se originan en profundidad intermedia: Localizadas en la placa de Nazca. Se extiende desde los 50 km y es considerada sólo hasta una profundidad de 200 km, debido a que en Chile no se han observado daños producidos por sismo a mayor profundidad.
- *Sismicidad Cortical*: Ocurre al interior de la placa Sudamericana, en sectores precordilleranos y cordilleranos, con una profundidad menor a 30 km.
- *Sismicidad "outer-rise"*: producida por la flexión de la placa de Nazca previa subducción, se caracteriza por eventos sísmicos de magnitud moderada a distancia mayores a 150 km de la costa, con probabilidad de generación de tsunami.

Además, estas fuentes sismogénicas se identifican como variables para la aproximación de cálculo en la metodología probabilística de eventos sísmicos y que afectan de manera indistinta a las estructuras en la zona central de Chile.

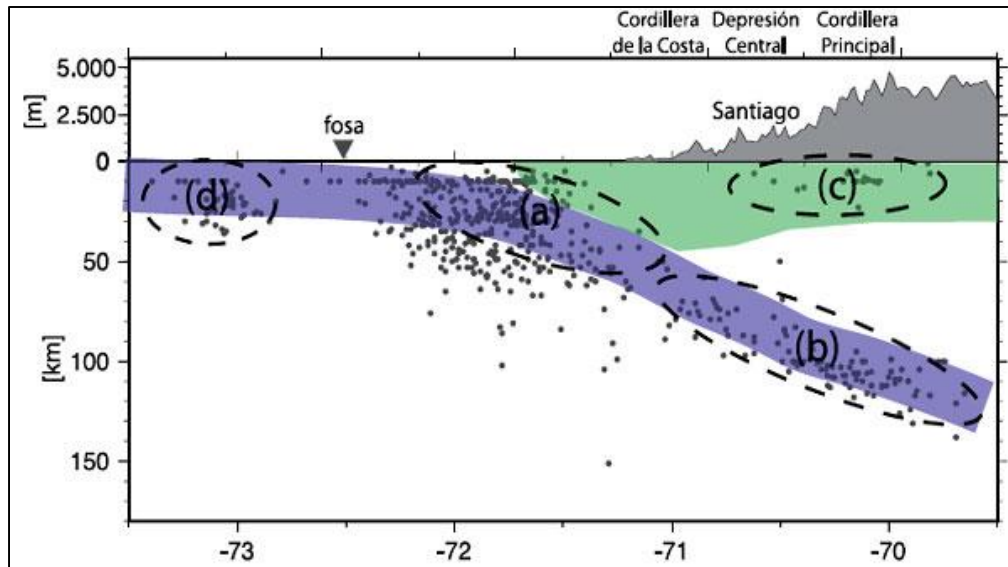


Figura N° 7: Perfil esquemático de fuentes sismogénicas presentes en Chile

Fuente: National Earthquake Information Center (NEIC), registrado entre 1973 y 2007, en la altitud 33,5°S, citado en LEYTON et al., (2010)

3.2.4 Características sísmicas de Iquique

La Región de Tarapacá se localiza aproximadamente a 178 km. de la fosa donde se produce el contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana. El proceso de subducción acumula un déficit de desplazamiento de las placas de 9 metros desde el año 1877 (METOIS *et al.*, 2013). Este fenómeno origina eventos sísmicos principalmente del tipo interplaca y que históricamente propician la ocurrencia de grandes terremotos (Tabla N°4). Además, los sismos han sido asociados a la ocurrencia de tsunamis, y algunos se remontan a 1604, 1868 y 1877 (COMTE & PARDO, 1991).

Tabla Nº 4: Resumen de distribución espacio-temporal de actividad sísmica interplaca para eventos $M > 7.0$ desde 1900 y de eventos históricos de magnitud $m > 8.0$, en la zona de brecha sísmica

Año	Latitud	Longitud	Mw	Profundidad (km)
1905	21°	70°	7.0	38
1906	21°	70°	7.2	51
1906	18°	71°	7.0	38
1911	20°	72°	7.3	58
1913	16,6°	73,3°	7.0	38
1913	15,8°	73,5°	7.9	156
1922	16,5°	73°	7.2	51
1928	22,5°	70,5°	7.1	44
1933	20°	71°	7.6	77
1945	19,5°	70°	7.2	51
1947	23,5°	71°	7.0	38
1956	19°	70°	7.1	44
1967	21,9°	70,1°	7.3	58
1979	16,5°	72,6°	7.0	38
1988	17,3°	72,4°	7.0	38
2001	15°,54´	73°,37´	8.2	33
2005	19,54´	69°,7´	7.9	111
2007	22°,25´	69°,89´	7.7	40

Fuente: COMTE Y PARDO (1991); BARRIENTOS (2014) y National Earthquake Information Center (NEIC), Geological Survey USA

Entre los eventos sísmicos que han afectado a la zona norte del país destacan los ocurridos en 1868 y 1877, que se estima alcanzaron magnitudes del orden de 9.0 Mw (BARRIENTOS, 2014). De acuerdo a las características sísmicas de la zona norte, se estima que ésta no podría acumular stress superior a 100-150 años, en los cuales las magnitudes estimadas, (en base a cálculos realizados en sismos anteriores) el periodo de retorno o madurez terminal es de 111 -33 años (CAMPOS & COMTE, 1989; COMTE & PARDO, 1991). Se ha estimado la velocidad de convergencia de las placas de 6,5 cm/año para el periodo 1868 - 2014- y 6,5 cm/año para el periodo 1877- 2014. Por lo tanto, desde los últimos sismos ocurridos a finales del siglo XIX, se ha acumulado energía que corresponde al desplazamiento de las placas tectónicas, de 9,5 a 9 metros al año respectivamente (BARRIENTOS, 2014) (Fig. N°8).

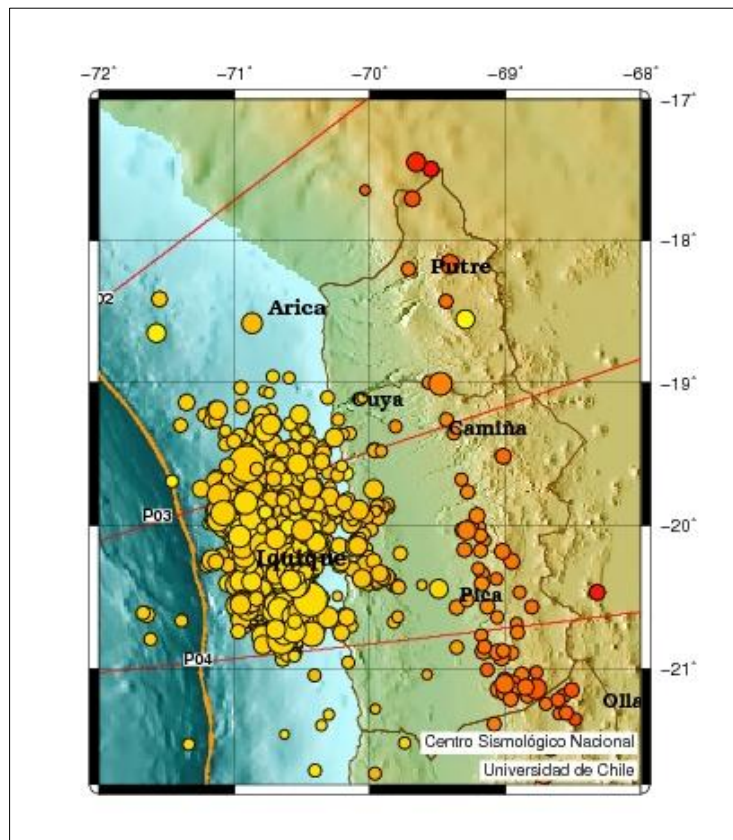


Figura N° 8: Zona de epicentro terremoto 02 de abril de 2014
Fuente: Centro Sismológico Universidad de Chile (BARRIENTOS, 2014)

La ciudad de Iquique se encuentra en una zona denominada “brecha sísmica con un alto potencial de ocurrencia de un gran terremoto” (COMTE & PARDO, 1991; BARRIENTOS, 2014) debido a que no se han registrado sismos de importancia desde hace 100 años. En este sentido, BARRIENTOS (2014) se refiere a “laguna” o “brecha sísmica”, al sector que comprende a la región entre la zona de ruptura del terremoto de junio 2001, al sur de Perú y que alcanzó una magnitud de 8.4 Mw y la zona localizada en Tocopilla en el cual ocurrió un terremoto en noviembre del año 2007 de 7.7 Mw.

3.2.4.1 Terremoto de Iquique abril 2014

El terremoto que afectó a la ciudad de Iquique tuvo lugar el día martes 1 de abril de 2014 de magnitud de $M_w=8.2$, a las 20:46:45, hora local. Se localizó entre la coordenada 19.572°S y 70.908°W . Según el Centro Sismológico Nacional, el terremoto se originó frente a las costas de Iquique y Pisagua, a una profundidad hipocentral de 38.9 km, y una zona de ruptura del orden de 150 km en la zona norte del país (BARRIENTOS, 2014). El mecanismo de generación del sismo obedeció a la interacción del desplazamiento de las placas tectónicas en la zona más profunda de acoplamiento. Sin embargo, faltan dos zonas superficiales por activar, una hacia el norte y otra hacia el sur de la actual zona de ruptura, la cual no presenta actividad sísmica desde los años 1868 y 1877 respectivamente.

El terremoto se caracterizó por una gran actividad precursora desde el mes de enero y febrero 2014 (Fig. N°9) que originó una alta concentración de actividad sísmica, uno de ellos tuvo lugar el 16 de marzo con magnitud $M_w=6.7$, y se localizó 19.965°S y 70.814°W , a 20 km de profundidad en la zona de contacto Placa de Nazca y Sudamericana. La zona además, se asocia a una falla de 40 km de longitud y 15 km de ancho. La secuencia de actividad sísmica también abarcó las réplicas producidas por el sismo principal $M_w=8.2$ y que corresponde a la réplica principal de sismo $M_w=7.6$ (BARRIENTOS, 2014).

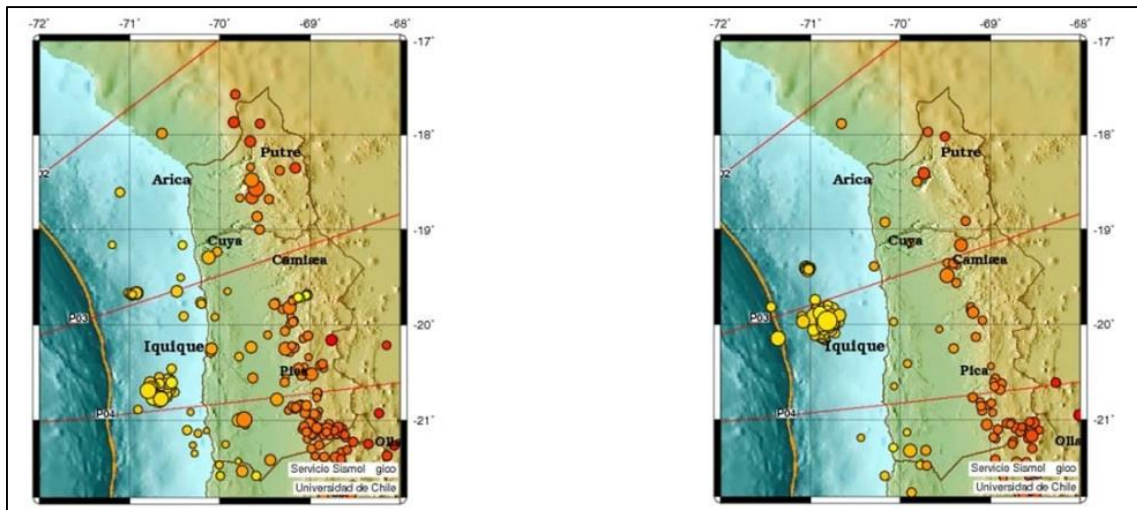


Figura N° 9: Sismicidad superficial asociada a actividad precursora correspondiente a etapas de liberación de energía durante el mes de enero y marzo de 2014

Fuente: Servicio sismológico Nacional. Universidad de Chile en Informe Técnico Terremoto Iquique, $M_w=8.2$ 1 de abril de 2014 (BARRIENTOS, 2014)

3.2.4.2 Efectos del terremoto sobre las viviendas

A nivel regional, el total el Servicio de Vivienda y Urbanización de Tarapacá (SERVIU), contabilizó las viviendas afectadas por el terremoto. Estas fueron del orden de 9.780 viviendas, de las cuales 4.760 corresponden a la ciudad de Iquique. Respecto al catastro realizado en la comuna de Iquique, la clasificación de acuerdo al tipo de daño estructural es la siguiente (Tabla N°5):

Tabla N° 5: Viviendas afectadas por tipo de daño estructural en la comuna de Iquique

Daño mayor no reparable y no habitable	Daño mayor reparable no habitable	Daño menor habitable	Subtotal daño mayor	Total viviendas dañadas
908	1.656	2.202	2.564	4.760

Fuente: SERVIU de Tarapacá, 10 de julio 2014, Plan de Reconstrucción región de Tarapacá (2014: 6)

De acuerdo a estas cifras, se considera que por cada vivienda habitan un promedio de 3,93 personas. Por lo que se estima que en la ciudad de Iquique existen un total de 18.707 personas afectadas. La ayuda otorgada a las familias que resultaron afectadas en cuanto a sus viviendas por el terremoto se canalizó desde distintos organismos a través de subsidios de arriendo y servicios básicos, acogida en redes familiares o bien las familias fueron instaladas en barrios de transición. Los subsidios otorgados por SERVIU, Tarapacá se enumeran en la siguiente Tabla N°6.

Tabla N° 6: Número de Familias con soluciones habitacionales en la comuna de Iquique

SUBSIDIOS OTORGADOS	CANTIDAD
Subsidio de Arriendo y Servicios Básicos	722
Subsidio de Acogida de Redes Familiares	574
Viviendas en Barrios de Emergencia	234

Fuente: Plan de Reconstrucción Tarapacá, (2014:7). En base a cifras de Delegación Presidencial para la reconstrucción de Tarapacá al 17 julio 2014

3.3 Amenazas de origen natural en la comuna

FERRANDO (2003) define las amenazas naturales como procesos del medio físico, que de acuerdo a la magnitud, recurrencia y área afectada, provocan cambios y alteran la condición de equilibrio en forma importante en el paisaje. Entre los procesos asociados a su dinámica se cuentan los de origen sismo-tectónico, volcánico, hidrológico, geomorfológico y/o atmosférico. Esta condición de latencia del medio físico se relaciona con la magnitud e intensidad que presenten las amenazas. En el caso de las amenazas de origen geológico están asociadas con pérdidas humanas, al igual que daños a la propiedad, medios de sustento y de servicios que provocan trastornos sociales, económicos y ambientales (UNISDR, 2009).

En el *Estudio fundado de Riesgo: Plan Regulador Costero Región de Tarapacá, diagnóstico de peligros geológicos de la intercomuna de Iquique, Alto Hospicio y Huará* (FOCK *et al.*, 2010), se exponen los principales riesgos geológicos asociados a la susceptibilidad de amenazas para la comuna de Iquique. Se identifican los derivados directamente de peligro sísmico, tales como los asociados a inundación de tsunamis, deslizamiento y caída de bloques.

3.3.1 Amenaza sísmica

Junto con la configuración geográfica de la ciudad de Iquique, se suma el alto potencial sísmico de la región, caracterizado por presentar un nutrido historial sísmico asociado a la actividad de acoplamiento interplaca. La alta velocidad de convergencia (8,4 cm/año) permite la acumulación de esfuerzos de la placa de Nazca y Sudamericana, (LEYTON *et al.*, 2007) por lo que se espera la ocurrencia de nuevos sismos de gran magnitud en el futuro (PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, TARAPACÁ, 2013:15). Asociado a la amenaza sísmica, están los efectos producidos por la amplificación sísmica del suelo según las propiedades físicas que presenten. En la comuna de Iquique, se caracterizan principalmente por su composición de depósitos marinos y sedimentarios lo que indica una alta susceptibilidad a efectos de sitio (BECERRA *et al.*, 2014).

3.3.2 Remoción en masa- deslizamientos

Son procesos de movilización de un determinado volumen de suelo, que se expresa en forma lenta o rápida, y que corresponden a sedimentos y/o rocas de diversas proporciones. Son asociados a las amenazas de origen geológicas, tal como los terremotos, entre otros. Obedecen además, a procesos gravitatorios donde una porción de terreno se desplaza a uno inferior en terrenos susceptibles a ser removidos. Los factores que condicionan la probabilidad de ocurrencia de remoción en masa, estarán dados de acuerdo a las características geológicas, morfológicas, geotécnicas e hidrológicas que se presenten en determinado lugar (TOMLINSON *et al.*, 2011). En el caso de la ciudad de Iquique, ésta se encuentra localizada en zonas de pendientes altas, que se asocian a la presencia del farellón costero que presenta deslizamientos y caída de bloques principalmente localizadas en la ruta A-16 (FOCK *et al.*, 2010; OPAZO, 2014).

3.3.3 Tsunami

El área de inundación de tsunami corresponde a cerca de 1/3 partes de la ciudad debido a las características geotectónicas y geomorfológicas presentes en la comuna (FOCK *et al.*, 2010:55). El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), elaboró una cartografía de áreas de inundación de tsunami (TSU-104), la cual considera una simulación numérica en la que se utilizaron datos numéricos relacionados con los niveles de topografía y batimétricas. Además se integra información sísmica y urbana en dichos modelos numéricos. A nivel histórico, se consideran, además, los eventos sísmicos extremos 1968 y 1877 ocurridos en la región, y que originaron tsunamis, para lo cual se delimitó el área de inundación máxima en base a la altura alcanzada por estos eventos comprendidos entre los 20° 11' y los 20° 16' de latitud sur (PROT, TARAPACÁ, 2013:11).

4 CAPITULO IV: PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

4.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación, se aborda el análisis en relación a los factores que conforman la vulnerabilidad de acuerdo a la diferenciación espacial que presentan en el territorio. El énfasis en el estudio de éste análisis radica en que actualmente las condiciones económicas, residenciales y demográficas, actúan como factores internos que conforman la vulnerabilidad, especialmente en ciudades intermedias como la ciudad de Iquique. La ciudad de Iquique, como otras ciudades en Chile, se caracteriza por presentar un mayor incremento demográfico, aumento en la urbanización y planificación territorial con medidas regulatorias desactualizadas, las que acentúan aún más los contrastes socio-espaciales (CHARDON, 2008; ZAMORA, 2014).

El análisis espacial de vulnerabilidad se abordó en los sectores de mayor afectación de viviendas como consecuencia del terremoto en Iquique el año 2014. Al considerar que la vulnerabilidad actúa como limitante del desarrollo, al afectar a los medios de vida de las personas, se considera a la vivienda como un elemento central y esencial para este efecto, ya que es un bien, el cual es utilizado en términos de subsistencia antes y después de un desastre (WISNER *et al.*, 2003).

De este modo, la vivienda responde a implicancias que involucran aspectos, sociales y ambientales para el hábitat del ser humano. En contextos post desastres, la reconstrucción de viviendas produce un retraso significativo en cuanto a desarrollo urbano, que entre otros aspectos, como consecuencia propicia nuevas situaciones que generan nuevos escenarios de riesgo (OLIVERA, 2009; 2010). En este sentido, resulta relevante el identificar las zonas y el grado de precariedad de la vivienda, tal como las dotaciones necesarias en su conformación, entre los cuales se encuentran, los aspectos materiales, de tenencia y de ocupación.

Asimismo cabe precisar que una de las complejidades que actualmente enfrenta el análisis de la vulnerabilidad desde sus diferentes acepciones está dada por la falta de actualización e incertidumbre de los datos cuantitativos. Por lo que la dificultad que afrontan los países es la construcción y mantención de estos datos a través del tiempo, de tal forma que los resultados sean comparativos entre sí. Este fenómeno es debido a que los datos que conforman la vulnerabilidad poseen un carácter dinámico que evoluciona de acuerdo al espacio y tiempo en el cual se desarrollan (CASTRO-CORREA: 2014: 366).

Cabe señalar que en la presente investigación, los datos obtenidos corresponden a Censo de Población y Vivienda realizado por INE en el año 2002, por lo que no se encuentran actualizados, lo que dificulta caracterizar adecuadamente la realidad territorial. Además, para el área de estudio de la presente memoria, algunas manzanas que conforma el análisis espacial no se encuentran con información.

Los datos del Censo 2002 son utilizados de igual modo, ya que hasta el momento además de ser la fuente de información oficial en Chile, es la más completa y objetiva base de datos

respecto a las características demográficas, económicas y residenciales que presentan a los hogares del país.

Para dar cumplimiento a los objetivos general y específicos planteados en la presente investigación, se incorporan metodologías mixtas de carácter cuantitativo y cualitativo, las que se describen a continuación:

En primera instancia, se obtuvo información sobre la localización y afectación material de las viviendas, por efecto del terremoto 2014, a partir de solicitud de información mediante “*Ley de Transparencia N° 20.285, sobre acceso a la información pública*”, a fin de cuantificar e identificar las viviendas y los sectores afectados por el terremoto 2014. La información solicitada, consta de catastros realizados por SERVIU, Tarapacá y el Ministerio de Desarrollo Social. Estos catastros fueron realizados por dichas instituciones, a fin de identificar y priorizar las necesidades y requerimientos de las familias en la comuna de Iquique luego del evento sísmico.

Para identificar las causas que provocaron los daños y pérdidas de las viviendas se utiliza la estimación de amplificación sísmica utilizada por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015), en correlación con los datos obtenidos de los catastros oficiales, referentes a los daños estimados de las viviendas realizados por MINVU. El catastro de viviendas fue proporcionado bajo el marco de solicitud de información de Ley de Transparencia N° 20.285, sobre acceso a la información pública. Esta corresponde a la solicitud N° CAS-3612607-M8H6W5. El catastro de viviendas fue realizado en toda la región, a través de la “*Ficha Catastro Individual Terremoto Norte Grande*”, con el fin de encuestar a las familias afectadas, para atender las necesidades después del terremoto en la ciudad de Iquique en el mes de junio del año 2014. El cual se encuentra con vigencia al mes de noviembre de 2015.

Respecto al análisis y caracterización de la vulnerabilidad prevalente, fueron utilizados indicadores de vulnerabilidad de acuerdo a la metodología propuesta y aplicada por CASTRO-CORREA (2014), según la estimación de variables socio-demográficas, socio-económica y socio-residenciales. Para identificar la vivienda precaria se utilizaron 12 indicadores que involucraron materialidad, tenencia y ocupación de la vivienda. Los indicadores antes mencionados son extraídos de Censo 2002 mediante software REDATAM +SP. Así los datos numéricos obtenidos fueron transformados a valores porcentuales para lograr estimaciones de cada factor en relación a las variables de la matriz inicial en relación a hogares, viviendas y personas.

Posteriormente los datos porcentuales obtenidos, fueron procesados a través de técnica de análisis estadístico multivariado, el cual consta de análisis factorial. Para lo cual, se utilizó el software de análisis estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Esta técnica reduce el contenido de los indicadores seleccionados y permite encontrar factores o dimensiones que son representativas y capaces de explicar el máximo de datos contenidos en los indicadores iniciales (CUTTER *et al.*, 2003; SPSS, 2009:20). El análisis multivariado se realizó mediante el método de extracción ortogonal Varimax, ya que junto con ser el método más utilizado, minimiza el número de variables que tienen alta carga de

un factor y ofrece una clara separación e interpretabilidad de los factores o dimensiones resultantes (MONSALVE, 2010:93).

Los resultados obtenidos mediante análisis factorial, que correspondieron a vulnerabilidad social, son 7 dimensiones y con respecto a las dimensiones de vivienda precaria resultaron 5, las que se distribuyen espacialmente para su posterior análisis.

Se obtuvo cartografías, que estandarizaron los resultados anteriormente descritos a través de método de Puntuación Z estandarizada, la que sintetiza los datos de las dimensiones obtenidas anteriormente.

Finalmente se relacionan los resultados cartográficos con las amenazas presentes en el área de estudio mediante la yuxtaposición con las estimaciones de riesgos desarrolladas por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015). Los procesos de análisis espacial fueron realizados mediante ArcMap 10.3. Esta herramienta resulta esencial y de gran utilidad al momento de analizar las amenazas y vulnerabilidad, así como la de exposición frente a futuros escenarios de riesgos. Su importancia radica en que no sólo identifica las implicancias de riesgo de la población sino, que es de gran utilidad para ser aplicado para definir los procedimientos de respuestas precisos (SUBDERE, 2011:11). De este modo, los sistemas de información geográficos deben ser considerados fundamentales en los procesos de planificación (CARREÑO *et al.*, 2005:6).

4.2 Pasos metodológicos

Para dar cumplimiento al objetivo general y objetivos específicos planteados en la presente investigación, se desarrollarán los siguientes pasos metodológicos:

4.2.1 Identificar las zonas que permanecen con viviendas afectadas

La fuente de datos requerida se obtuvo a través de catastros proporcionados a través de solicitud de Ley de Transparencia N° 20.285 sobre acceso a la información pública. Estos datos fueron solicitados al Servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU) de Tarapacá y Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).

- ❖ En primera instancia, se utiliza información proporcionada por SERVIU Tarapacá del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), N° CAS-3612607-M8H6W5I con vigencia a diciembre 2014. El catastro contiene información referida a la situación material de las viviendas, así como de los sectores afectados por el terremoto 2014 en la ciudad de Iquique. Este catastro fue realizado por SERVIU a través de “*Ficha de Catastro Individual Terremoto Norte Grande*” en julio de 2014.
- ❖ De modo complementario, para identificar las zonas que permanecen con viviendas afectadas, se recopila información bibliográfica primaria correspondiente al estado de avance de “*El Plan de Reconstrucción de Tarapacá*”, el que incluye el “*Reporte sismo Tarapacá*” vigente a mayo de 2016. Dicho reporte contiene información sobre el estado de avance en cuanto al estado de reconstrucción que presentan los conjuntos habitacionales afectados por el terremoto.

Adicionalmente, a través del método de georreferenciación, se realiza un análisis comparativo de imágenes satelitales de Google-Earth y de Google-Maps 2014 – 2015.

Durante el mes de octubre de 2015, se realizó un trabajo de campo en la ciudad de Iquique con el fin de corroborar información en terreno el estado de las viviendas y reunir material bibliográfico de las instituciones pertinentes.

La georreferenciación se realizó a fin de identificar, a nivel espacial, los sectores que permanecen con viviendas en estado de demolición. Posteriormente, se realizó una cartografía que sintetiza la información, mediante Sistema de Información Geográfica (SIG) a través de Arq-Map 10,3, en la cual se espacializan los sectores antes identificados para su posterior análisis.

4.2.2.1 Sistematización de los efectos

Luego de obtener la información espacial pertinente a las viviendas y sectores que permanecen afectadas por el terremoto, se sistematizó la información mediante la clasificación de daños por cada conjunto habitacional de acuerdo al distrito censal al que pertenecen. Para lo cual, se utilizó la evaluación técnica contenida en el catastro SERVIU, Tarapacá. La evaluación realizada por dicha institución consta de la situación material de las viviendas, las que se identifican en la siguiente categorización:

- Sin daño,
- Daño menor habitable
- Daño menor reparable no habitable
- Daño mayor no reparable no habitable

La información obtenida anteriormente se complementó con los datos proporcionados por Departamento de Obras (DOM) de la Ilustre Municipalidad de Iquique, que contiene el catastro realizado posterior al terremoto con vigencia a octubre de 2015. El catastro contiene un análisis cuantitativo respecto a los efectos técnicos estructurales de las viviendas.

Posteriormente, se realizó un análisis por distrito censal correspondiente a La Tirana, La Tirana Norte, Caupolicán, Gómez Carreño.

4.2.2 Factores de origen físico-natural que incidieron en los daños de las viviendas

Para dar cumplimiento al objetivo anteriormente señalado, se realizó una yuxtaposición de la distribución espacial de las viviendas afectadas de acuerdo al grado de afectación técnica estimada por SERVIU, Tarapacá y el mapa de estimación de amenaza de amplificación sísmica, identificada por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015) realizado en el marco del proyecto Fondecyt N° 1130259. Se consideró esta amenaza, ya que según el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), se estimó que luego del terremoto en Chile para el año 2010, el principal fenómeno geológico desencadenado por el evento sísmico fue el de licuefacción de los suelos. Dicho fenómeno fue responsable del colapso

en gran parte de diversas estructuras públicas, entre ellas las viviendas (FALCON y RAMIREZ, 2010).

El mapa de riesgo realizado por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015), se desarrolló en base a la estimación de un probable terremoto para la ciudad de Iquique de acuerdo a la amplificación sísmica en base a la propuesta realizada por RAMIREZ (2008) y la clasificación geológica definida por National Earthquake Hazards Reducction Program (NEHRP). El resultado es expresado a través de una cartografía que espacializa los datos obtenidos anteriormente.

Para complementar los resultados, se identifica el año correspondiente a la edificación de los conjuntos habitacionales afectados, mediante el “*Listado de conjuntos de viviendas construidas entre 1930 y 2014*” proporcionado por la Ilustre Municipalidad de Iquique.

Los datos fueron correlacionados con el análisis de nivel de riesgo desarrollado por WYNDHAM (2013) en base a las modificaciones que ha experimentado en Chile la normativa sísmica de construcción NCh 433 Of.96. La estimación del nivel de riesgo realizada por WYNDHAM (2013) se enmarcó en el Proyecto Fondecyt N° 1100223 y es representada a través de la siguiente Tabla (N°7).

Tabla N° 7: Niveles de riesgos asociados a Normativa sísmica NCh 433

Escala de evaluación de Normativa NCh 433	
Nivel de Riesgo	Escala de evaluación
Alto (A)	Corresponde a la presencia de una mayor proporción de construcciones sometidas a la primera versión de la norma NCh. 433 (1972).
Medio (M)	Corresponde a la presencia de una mayor proporción de construcciones sometidas a la modificación de 1996, NCh. 433 Of.96.
Bajo (B)	Corresponde a la presencia de una mayor proporción de construcciones sometidas a la última modificación (2010) NCh. 433 Of.96 Modificada el 2009 - Decreto N°60.
Nulo (N)	El 100% de las construcciones están sometidas a la última norma.

Fuente: WYNDHAM (2013)

Posteriormente, se realizó una revisión bibliográfica de tipo primaria y secundaria referente a los efectos provocados en las construcciones e infraestructuras, con posterioridad al terremoto en la ciudad de Iquique. La bibliografía consta de reportes e informes emitidos por organismos técnicos y científicos de entidades públicas, privadas y académicas, que dicen relación con la evaluación asociada a las viviendas afectadas posterior al terremoto 2014.

4.2.3 Análisis de vulnerabilidad prevalente

Para analizar la vulnerabilidad prevalente, se utilizaron los indicadores estimados por CASTRO-CORREA (2014), los cuales corresponden a variables de tipo socio-demográficas (Tabla N°8) socio-económicas (Tabla N°9) y socio residenciales (Tabla N°10). Los datos fueron extraídos de Censo de Población y Vivienda 2002 mediante software REDATAM+SP. Posteriormente, los valores numéricos obtenidos fueron transformados a valores porcentuales en relación al número de personas, hogares y vivienda para ser procesados mediante técnica de análisis factorial.

El análisis factorial permitió reducir la matriz de datos inicial conformada por 40 indicadores extraídos de Censo 2002, a un mínimo de 7 dimensiones (también denominadas factores o componentes), a través de método de extracción Varimax. Los factores o dimensiones resultantes representaron las variables iniciales con un porcentaje de explicación de la varianza de 80,2 % (Anexo N° 1). El procedimiento utilizado, permitió explicar a través de correlaciones el máximo información contenida en las variables iniciales (CUTTER *et al.*, 2003; ROJO *et al.*, 2004:672).

Posteriormente, las dimensiones identificadas mediante el proceso anteriormente descrito, fueron espacializadas en Arc-Map 10,3 para su análisis espacial a nivel de manzanas. A continuación, se realiza la justificación de los indicadores utilizados que conforman la vulnerabilidad prevalente y que reflejan las condiciones y/o debilidades de la población que agravarían los efectos directos causados por fenómenos peligrosos.

Tabla N° 8: Indicadores de vulnerabilidad socio-demográfica

Indicadores	Justificación
Población menor de 14 años	Se considera una población, que por su edad, depende de terceros para resistir y recuperarse posterior a un desastre (BLAIKIE <i>et al.</i> , 1996; CASTRO-CORREA, 2014:370). Además, por ser una población dependiente, CUTTER <i>et al.</i> , (2003) señala que el espectro de los extremos de la edad afectan el movimiento fuera del área de peligro.
Población mayor de 65 años	Población que se caracteriza por el bajo nivel de resistencia frente a las perturbaciones ambientales como desastres naturales repentinos, debido a la dificultad de movilidad durante un evento extremo y los obstáculos que presentan para reconstruir sus medios de vida en cuanto a la pérdida de sus activos. Se suma a estos factores, los bajos niveles de alfabetización o problemas de salud que impulsan a una baja probabilidad de crear estrategias de supervivencia que ayuden a su recuperación (HELP AGE INTERNATIONAL, 2010; CUTTER <i>et al.</i> , 2003).

Población con discapacidad auditiva	Corresponde a población caracterizada por poseer un alto grado de dependencia de terceros para resistir y recuperarse o valerse por sí mismas, ya que por la falta de comunicación sufren desconexión con el medio ante un evento extremo (CASTRO-CORREA, 2014:370).
Población con discapacidad visual	Población que, por su discapacidad, puede presentar problemas de conexión con el entorno durante un desastre disminuyendo la capacidad de reacción, sin embargo, no presenta problemas para participar en programas de prevención frente a desastres CASTRO-CORREA (2014).
Población con discapacidad físico- motora	Población dependiente, que presenta un desempeño motor limitado para trasladarse a lugares seguros en caso de eventos extremos. Por su condición, presenta limitaciones en su capacidad de recuperación (CASTRO-CORREA, 2014:371).
Población con discapacidad intelectual mental	Personas caracterizadas por presentar discapacidad, caracterizada por limitaciones significativas cuanto al funcionamiento intelectual y en habilidades adaptativas con el entorno (LUCKASSON <i>et al.</i> , 2002:327). Debido a estas limitaciones, dependen de otras personas para trasladarse a lugares seguros en caso de eventos extremos y presentan restricciones en su capacidad de recuperación (CASTRO-CORREA, 2014).
Población que cursó enseñanza de tipo diferencial.	Personas que poseen necesidades educativas especiales por poseer alguna dificultad de aprendizaje o alguna discapacidad severa como parálisis cerebral. Por lo que requieren apoyo profesional especial en las etapas de escolarización. Asimismo, se desprende que es una población dependiente en las etapas de preparación, emergencia y recuperación ante un evento extremo (CASTRO-CORREA, 2014:372).
Población que no cursó educación formal	La educación es un importante pilar de la vulnerabilidad social, al estar asociada con el desarrollo de competencias alfabéticas que, tal como señala LARRAÑAGA, (2007:39) las personas requieren para lograr la inserción en la sociedad y el mercado del trabajo. En contextos de desastres, la falta de educación limita la comprensión de amenazas, señalética de seguridad y el acceso a información referente a acciones de autoprotección (CASTRO-CORREA, 2014: 372).
Población : Con educación pre-básica (Último nivel aprobado de enseñanza formal)	Población con escaso nivel educativo, por lo que dificulta el anticiparse al peligro debido a la falta de acceso a la información (BLAIKIE <i>et al.</i> , 2003). Además esta población posee un nivel de educación limitado, que restringe sus capacidades de acceder a mejores empleos. Por esto, ven disminuido el acceso a recursos que limitan su capacidad de recuperación económica frente a eventos extremos (CUTTER <i>et al.</i> , 2003).
Con educación básica/primaria (Último nivel aprobado de enseñanza formal)	

Fuente: CASTRO-CORREA (2014)

Tabla N° 9: Indicadores para vulnerabilidad socio-económica

Indicadores	Justificación
Cesantía	Indica la carencia de recursos para la prevención y recuperación de sus bienes. La población se vuelve susceptible a sufrir un daño mayor por la falta de recursos y la baja capacidad económica que les permite la recuperación y el acceso a recursos (BLAIKIE <i>et al.</i> ,2003; CASTRO CORREA,2014: 444)
Desocupación juvenil entre 15 y 24 años	La inacción juvenil forma parte de la vulnerabilidad social, al configurar un fenómeno de desintegración social estimulado por la segregación espacial que agrupa a personas con hogares de jóvenes que no estudian ni trabajan y con retraso escolar (SABATINI <i>et al.</i> , 2001) Estas falencias se traduce en poseer una capacidad lenta para afrontar un evento de desastre al no conformar el capital humano que contribuye a la activación de la economía local debido a no estar insertos en el mercado laboral (CASTRO CORREA: 2014:445)
Hogares con mujeres jefa de hogar	La mujer se considera más vulnerable frente a las consecuencias de un desastre por el rol que cumple en el sustento familiar. Asimismo, debido a su condición al no poder encontrar empleo, se hace difícil su recuperación económica (BLAIKIE <i>et al.</i> , 2003). Por lo que las mujeres jefas de hogar presentan problemas para sustentar adecuadamente los hogares por lo general monoparentales y que están a cargo de menores. Dicha situación se exagera ante un desastre y ve dificultada su capacidad de recuperación (MILOSAVLJEVIC, 2007:84).
Jubilados o rentistas	Corresponden a población dependiente, que disponen de recursos limitados para su mantención ya que no disponen de ingresos económicos o limitados a una pensión de subsistencia. Por lo que disponen de recursos limitados para recuperar sus bienes, además de la baja capacidad de movilidad física en caso de eventos extremos (CASTRO- CORREA, 2014:445)
Incapacitados para trabajar	La actividad laboral es un indicador de vulnerabilidad social, por lo que las personas que ven disminuida su capacidad económica son afectadas en su posibilidad de hacer frente a situaciones de crisis provocadas por los efectos de un desastre (BLAIKIE <i>et al.</i> , 2003).
Estudiando	
Buscando trabajo por primera vez	
Sin trabajar pero tiene empleo	
Trabajando para un familiar sin pago de dinero	

Vivienda precaria	Representa una carencia en condiciones dignas para el desarrollo básico de la vida, lo que reduce la capacidad de respuesta ante un desastre, donde es relevante la materialidad, tipología de construcción (CASTRO-CORREA, 2014:434). Asimismo, cuando una vivienda es precaria, la intensidad de los factores de riesgo resulta elevada y la amenaza para la salud y la seguridad se eleva de igual manera (CENAPRED, 2006:81)
Grupos socioeconómicos E y D (Adimark)	Población perteneciente a grupos definidos como vulnerables a la pobreza, íntimamente ligada a la precariedad laboral así como de carecer de vínculos laborales, por lo que posee una menor capacidad de acumulación de bienes (RASSE <i>et al.</i> , 2009:31). Dicha situación reduce las capacidades de recuperación económica frente a la pérdida precisamente de estos bienes en caso de eventos extremos como se ha mencionado anteriormente.

Fuente: CASTRO-CORREA (2014)

Tabla N° 10: Indicadores para vulnerabilidad socio-residencial

Indicador Base	Indicadores específicos	Justificación
Tipo de tenencia	Vivienda gratuita	Según Katzman (2000), la vivienda es considerada un bien estratégico, como capital social y físico. La propiedad sobre este bien establece estabilidad debido a la condición de pertenencia en su entorno o bien frente a eventos inesperados. Al no contar con este recurso, las familias no tienen opciones de refugio al disponer de recursos financieros para ser propietarios, lo que se asocia con la capacidad de recuperación de la población frente a un evento extremo (CUTTER <i>et al.</i> , 2003; CASTRO-CORREA, 2014:437). En el caso de la vivienda arrendada, representa una condición de inestabilidad al no poseer recursos económicos para adquirir una vivienda propia, lo que ven dificultado al perder este bien durante un desastre.
	Vivienda cedida	
	Vivienda arrendada	

Tipo de ocupación	2 o más hogares por vivienda – 5 o más hogares por vivienda	Supone una condición de desventaja social, ya que los hogares más numerosos tendrían más desventajas, debido a que experimentarían más requerimientos y por lo tanto, una capacidad de acumulación menor de bienes (RODRIGUEZ, 2000). Son hogares caracterizados por el déficit de vivienda, ya que presentan más de un núcleo familiar o allegamiento interno. Esta condición agravaría las condiciones materiales y de calidad de vida, debido a los problemas de habitabilidad de la vivienda (MINVU, 2004: 43). Las familias que viven en esta situación presentan una capacidad menor de acumulación de bienes, además de una menor adquisición de capital educativo por menores de edad lo que favorece la transmisión intergeneracional de la pobreza (ARRIAGADA, 2003:33).
Vivienda precaria	Tipo de vivienda: Rancho, Mediagua	La presencia de esta vivienda, contribuye a acentuar los mayores efectos de riesgo respecto a la intensidad de los eventos extremos. La calidad residencial afecta la potencial pérdida y recuperación de este bien, debido a los costos de reconstrucción, que por su materialidad son menos resilientes a los peligros (CUTTER <i>et al.</i> , 2003).
	Tipo de piso: tierra, cemento	
	Tipo de techo: cubierta de desechos, cartón cubierto de alquitrán, paja	
Saneamiento	Sin acceso a servicios: Agua, electricidad, s. higiénicos, alcantarillado.	Estas viviendas se caracterizan por la falta de acceso a saneamiento, que involucra la falta de seguridad y privacidad de las personas a estos servicios. Cabe señalar que el agua y el saneamiento son vitales para el bienestar y el desarrollo humano (UNICEF & OMS, 2015:80).

Fuente: CASTRO-CORREA (2014)

4.2.3.1 Análisis de vivienda precaria

Para el análisis de viviendas precarias, se utilizan 12 indicadores que conforman este tipo de fragilidad, asociados al tipo de materialidad, aspectos sociales y a la tenencia. Cabe precisar, que la vivienda no sólo hace referencia al soporte físico, sino a las condiciones que permiten el desarrollo satisfactorio de la vida cotidiana que determina la calidad de vida. En este sentido, ONU-HABITAT (2010) plantea que la vivienda debe concentrar los esfuerzos de recuperación de los desastres urbanos, ya que facilita la recuperación integral del ser humano, referida a la salud y seguridad alimentaria entre otros.

Los 12 indicadores que representan la variable vivienda precaria fueron extraídos de Censo 2002 a través de REDAMAT +SP y procesados, a través de programa estadístico SPSS mediante análisis factorial. Los indicadores iniciales fueron reducidos, a fin de obtener dimensiones que representen las variables iniciales (Tabla N° 11). Como se ha descrito anteriormente, el proceso de análisis factorial permitió obtener variables sintéticas representadas mediante 5 dimensiones que caracterizaron la precariedad de la vivienda en el área de estudio.

Tabla N° 11: Indicadores de vivienda precaria

Indicadores Censo 2002	
Tipo de vivienda	Mediagua; Rancho; Casa antigua
Tipo de materialidad	Cubierta de desechos; Piso de tierra; Pared de adobe; Pared de desechos
Tenencia	Vivienda arrendada; Vivienda cedida; Vivienda gratuita
Sin acceso a saneamiento	Sin acceso a servicios higiénicos.
Ocupación de la vivienda	2 o más hogares por vivienda

Fuente: INE, 2002

4.2.3.2 Método de estandarización de puntaje Z

La estandarización de puntuación Z es un método que permitió la integración de los factores o dimensiones identificadas anteriormente, con el fin de homogenizar la serie de resultados obtenidos en base a valores de tendencia central. De este modo, se identificaron patrones espaciales que adoptaron los factores de vulnerabilidad prevalente y de viviendas precarias mediante de rangos jerarquizados, a través del siguiente procedimiento.

En primera instancia, se calculó el promedio y desviación standard de cada una de las 7 dimensiones obtenidas anteriormente por análisis factorial. Cuyos datos fueron contenidos por columna en forma porcentual. Luego se aplicó la siguiente fórmula para obtener el valor standard:

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

Donde:

Z = es la puntuación transformada a valor standard

X= valor de la variable o dimensión a transformar

\bar{X} = promedio de la variable de la distribución original

S= desviación standard de la variable original

Del paso anterior se obtuvo una matriz normalizada de carácter cuantitativo, a partir de la cual se realizó una suma algebraica (en el sentido de las filas). Los valores obtenidos a partir de la suma se clasifican en unidades espaciales de acuerdo a los agrupamientos del peso que otorgan los valores Z. Cabe señalar que la asignación de rangos que definen los niveles más altos de vulnerabilidad es realizada de acuerdo a la orientación positiva de datos. Una vez identificados los agrupamientos cuantitativos, se les asignan rangos de tipo cualitativo, que permite definir espacialmente el grado de vulnerabilidad prevalente y el grado de precariedad que adoptan las viviendas. Estos rangos cualitativos de vulnerabilidad son expresados en base a las siguientes 5 categorías que reflejan la desviación estándar de los valores medios, el cual fue aplicada por CUTTER *et al.*, (2003):

- Muy Alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy Bajo

En conformidad a los resultados obtenidos, se elaboran dos cartografías que contienen la distribución espacial de los resultados. Para dicho efecto, se utilizó el programa Arc-Map 10.3, para luego realizar el análisis espacial correspondiente.

4.2.4 Identificar la exposición asociada a la vulnerabilidad y vivienda precaria a través de un mapa de riesgo en el área de estudio

Para identificar la exposición a riesgos de origen natural asociado a la vulnerabilidad y vivienda precaria, se consideró el estudio desarrollado por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015), que se enmarca en el Proyecto Fondecyt N° 1130259 en la ciudad de Iquique. Este estudio considera la estimación de las amenazas de origen natural relativas a inundación de tsunami, deslizamiento y amplificación sísmica. Para lo cual, se correlacionan los resultados obtenidos anteriormente respecto a puntuación Z, con los mapas de riesgo mencionados anteriormente.

5 CAPITULO V: RESULTADOS

A nivel regional, el efecto directo del terremoto del 2 de abril de 2014, según estimaciones de SERVIU, implicó la afectación de 9680 viviendas, de las cuales 4760 correspondieron a la comuna de Iquique. De estas viviendas, 2564 resultaron con daño mayor, tal como se describe en la siguiente Tabla (N°12).

Tabla N° 12: Viviendas afectadas a nivel regional

Comuna	Viviendas afectadas según tipo de daños				
	Daño mayor no reparable y no habitable	Daño mayor reparable no habitable	Daño menor habitable	Subtotal daño mayor	Total Viviendas Dañadas
Iquique	908	1.656	2.202	2.564	4.760
Alto Hospicio	571	1.086	2.283	1.657	3.940
Huara	35	37	95	72	167
Pozo Almonte	130	259	518	389	907
Camiña	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í
Colchane	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í
Pica	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í
Total Región	1.544	3.038	5.098	4.582	9.780

Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo y Ministerio del Interior y Seguridad Pública (2014:6) en "Plan de Reconstrucción de Tarapacá"

5.1 Sectores que permanecen afectados

Para identificar las zonas que permanecen al año 2015 con viviendas afectadas, se utilizan diversas fuentes, una de las cuales corresponde a la información proporcionada por SERVIU, Tarapacá, del Ministerio de Vivienda y Urbanización.

La totalidad de las viviendas, según la evaluación técnica realizada por dicha entidad gubernamental, fueron espacializadas en la siguiente cartografía Fig. 10. A modo de síntesis, en cuanto a la distribución espacial, se pudo establecer que la mayor cantidad de viviendas afectadas predominan en la franja longitudinal de la ciudad, ubicada al este del área de estudio y hacia el centro de la ciudad las viviendas afectadas se distribuyeron en forma más homogénea.

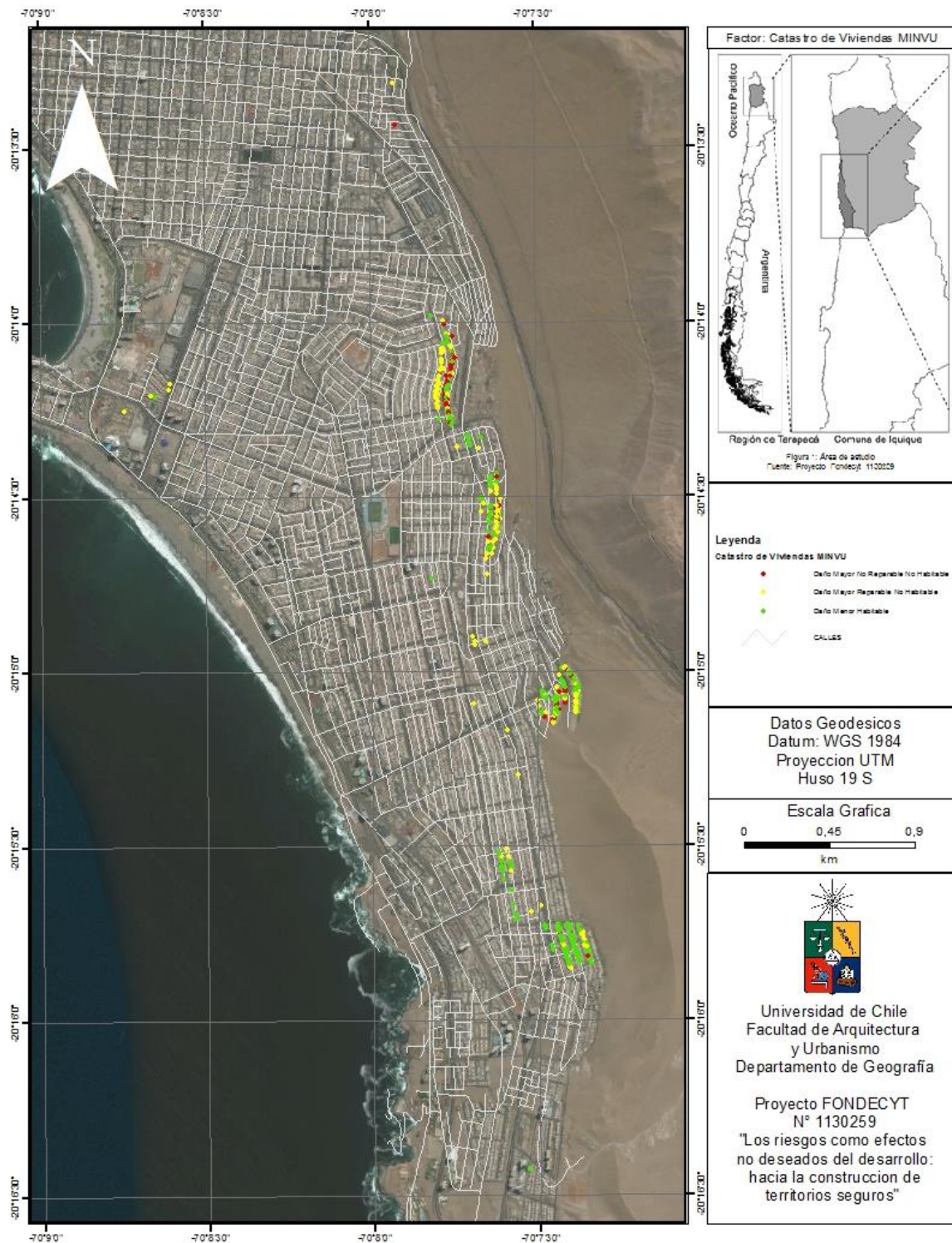


Figura Nº 10: Distribución espacial de viviendas afectadas. Fuente: MINVU (2014)

De 2.059 viviendas identificadas en este catastro, de acuerdo a la tipología constructiva, 1279 viviendas corresponden a departamentos y 780 viviendas a casas, que comprenden un 62% y un 38% respectivamente (Fig. N° 11).



Figura N° 11: Casas y departamentos afectados por el terremoto Iquique 2014 en el área de estudio. Fuente: SERVIU, Tarapacá: Solicitud información Ley de Transparencia N° CAS-3612607-M8H6W5

A continuación se presenta en la Tabla N° 13, un resumen del catastro descrito anteriormente de conjuntos habitacionales y poblaciones por tipología, en base a la evaluación técnica realizada por SERVIU. Estas corresponden a las siguientes: Población Mauque; Las Dunas (casas); Las Dunas (deptos); Matilla I; Matilla II; Bellavista; Los Puquios I, II, III, y IV; Los Alelíos I y II; Las Quintas I, II y III; Las Quintas Palmeras y Condominio Pablo Neruda.

Tabla N° 13: Resumen de evaluación de daños por conjunto habitacional

Tipo	Conjuntos Habitacionales	Daño Menor Habitable	Daño Mayor Reparable No Habitable	Daño Mayor No Reparable No Habitable	Total
Casas	Mauque	43	43	62	148
	Las Dunas	22	16	2	40
	Matilla I	58	45	21	124
	Matilla II	44	59	13	116
	Bellavista	23	29	12	64
	Los Puquios I, II, III y IV	169	24	4	197
Departamentos	Los Alelíos I y II	7	84	0	91
	Condominio Pablo Neruda	5	242	0	247
	Las Quintas I, II y III	0	0	480	480
	Las Dunas (Departamentos)	0	0	480	480
	Las Quintas Palmeras	0	0	72	72
TOTAL		371	542	1.146	2.059

Fuente: Catastro SERVIU, Tarapacá 2014

De los conjuntos habitacionales identificados anteriormente, se establecen al nivel espacial, las áreas que permanecieron demolidas hasta el año 2015, para ello se realizó un análisis de espacial, a través del proceso de georreferenciación. Los sectores que fueron identificados son los siguientes: Población Bellavista (Fig.N°12 y Fig. N°13), y población Mauque (Fig. N°14), (Fig. N°15) localizadas en el distrito censal La Tirana. Además se identifica en igual situación a la población las Dunas (Fig.N°16 y Fig. N° 17).



Figura Nº 12: Población Bellavista, sector de viviendas demolidas ($20^{\circ}14'36,62''S - 70^{\circ}07'34,27''O$). Fuente: Google Earth año 2016

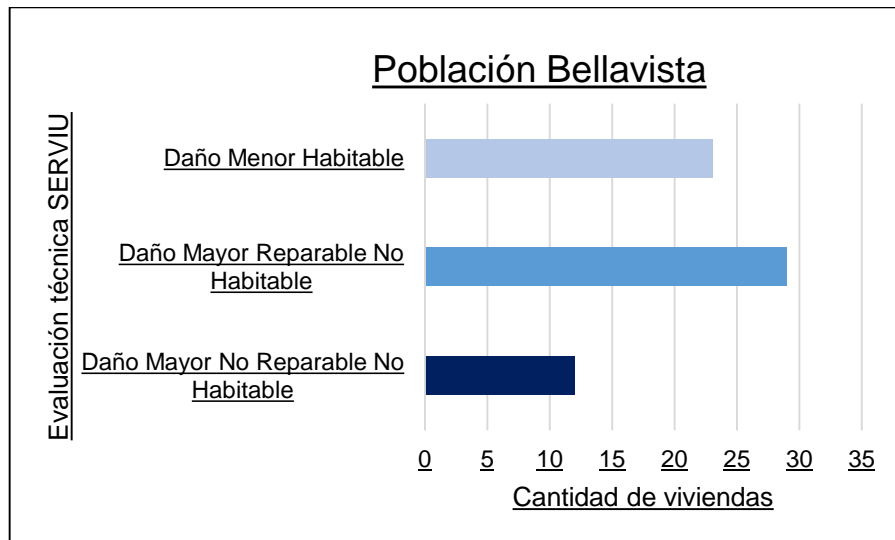


Figura Nº 13: Gráfico total de daños población Bellavista



Figura Nº 14: Población Mauque, sector de viviendas demolidas al año 2016 (20°14'11,42''S – 70°07'43,72''O). Fuente: Fuente: Google Earth

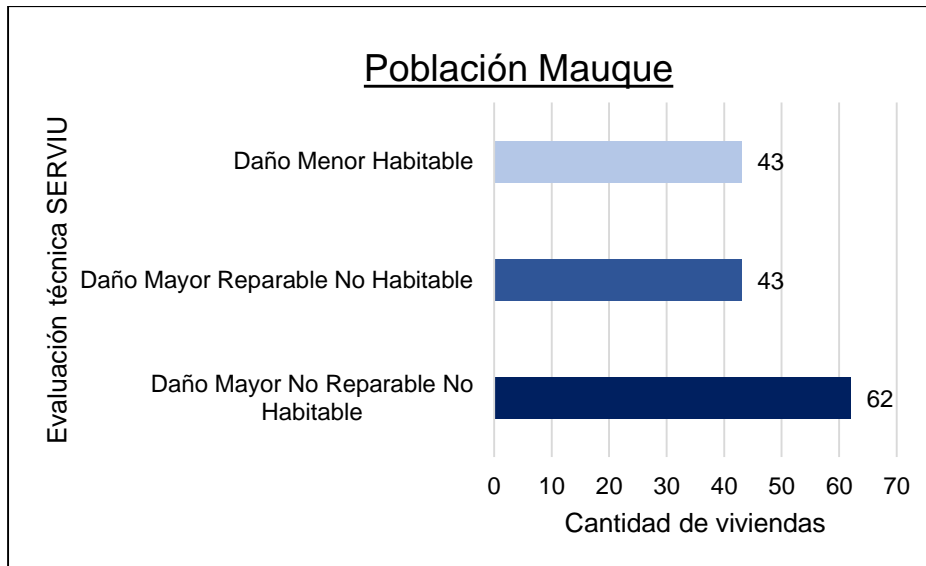


Figura Nº 15: Gráfico total de daños Población Mauque

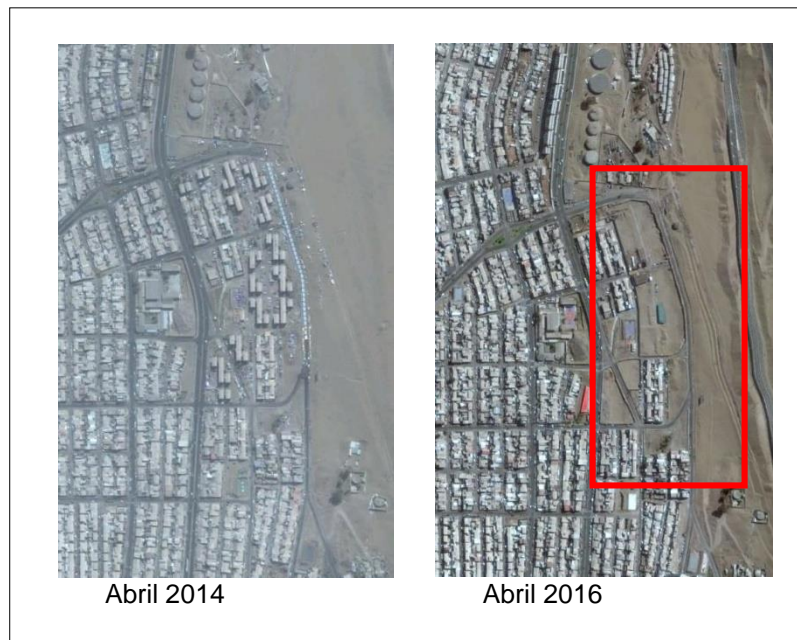


Figura N° 16: Población Las Dunas, se observa una menor cantidad de viviendas producto de que fueron demolidas ($20^{\circ}23'96,22''S - 70^{\circ}12'67,70''O$). Fuente: Google Earth

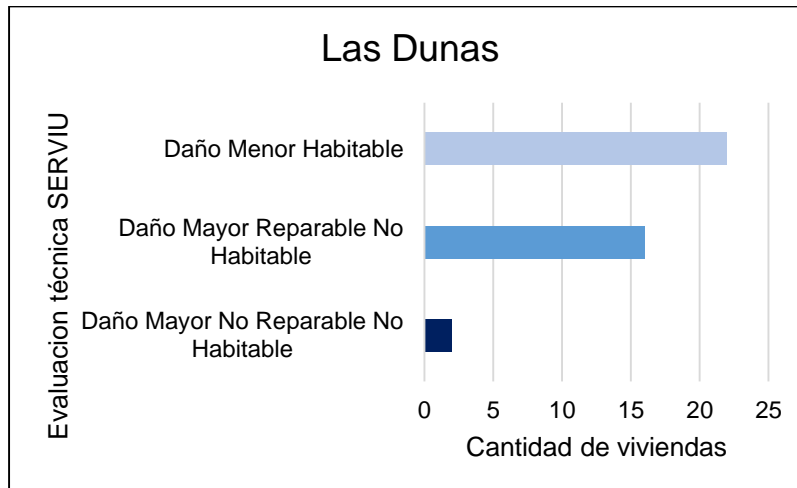


Figura N° 17: Gráfico de daños Población Las Dunas

A la información que precede, se adiciona lo referido al “*Reporte sismo Tarapacá*”, el cual es elaborado periódicamente por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Este reporte está asociado al estado de avance en reconstrucción en la comuna de Iquique y se encuentra vigente hasta el 07 julio de 2016.

El reporte fue publicado en el mes de mayo de 2016 y actualmente está contemplado en el “Plan de Reconstrucción de Tarapacá” (realizado a escala de barrio y vivienda) para informar sobre los avances en reconstrucción. De acuerdo al informe, los conjuntos habitacionales que aún permanecen en estado de demolición hasta el año 2016 son los siguientes:

- *Conjunto habitacional Las Dunas*: Mantiene el 100% de viviendas demolidas, con un 2,2 % de avance en construcción. Como parte del proceso de reconstrucción, dicho reporte indica que se mantienen mesas técnicas entre las familias afectadas, dirigentes, empresas constructoras y SERVIU a través de reuniones periódicas para abordar distintos requerimientos y la realización de talleres para la comunidad.
- *Conjunto habitacional Las Quintas*: Este conjunto mantiene un 99 % de estado de demolición. La reconstrucción de las viviendas se encuentra inserto en el “Plan Maestro de regeneración del entorno urbano de las Quintas”, que permitirá, desde la perspectiva integral y participativa, la intervención en la regeneración del entorno urbano.

El Condominio Pablo Neruda corresponde a un conjunto habitacional privado de 247 departamentos, de los cuales 242 resultaron inhabitables (Fig. N° 18). Los departamentos, también denominados “*condominio fantasma*”, hasta el 01 de abril de 2015, aún se encontraban inhabitables al presentar 0% de reconstrucción luego que sus habitantes dejaran el edificio COOPERATIVA, (2015).

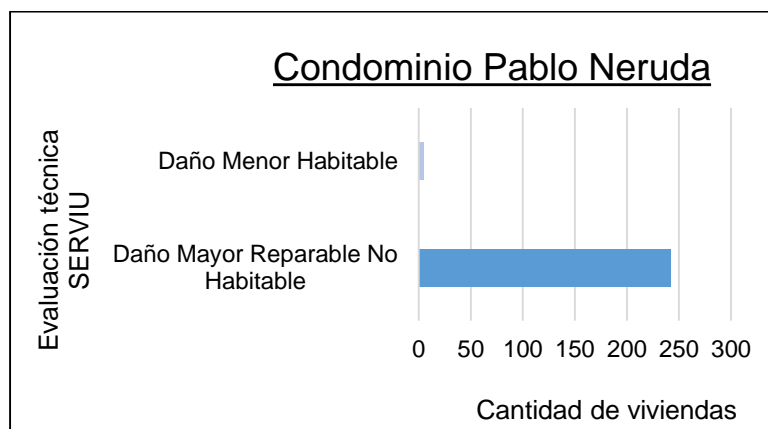


Figura N° 18: Gráfico total de daños Condominio Pablo Neruda

5.1.1 Espacialización de las viviendas

Finalmente, se presenta en la Tabla N° 14 un resumen que identifica los sectores que permanecen con viviendas afectadas hasta el año 2015. La mayor parte de los daños se tiende a concentrar en los sectores longitudinales, correspondiente a los distritos censales de La Tirana, La Tirana Norte. Además, se advierte que el condominio Los Alelíos ubicado el distrito de Cavancha, se mantiene en reparación. La distribución espacial de los conjuntos habitacionales se presenta en la siguiente cartografía (Fig. N° 19).

Tabla N° 14: Resumen sectores afectados por el terremoto

Conjunto habitacional	Tipo constructivo	Población	Estado
Las Dunas	Blocks de departamento de 4 pisos	Las Dunas	Estado de Demolidos
Bellavista	Casas de 1 piso		Estado de demolición
Pablo Neruda	Block de departamentos de 4-5 pisos	Pablo Neruda	En estado de reparación
Las Quintas I, II, III	Blocks de departamentos de 5 y 6 pisos	Las Quintas	Estado de demolición. En proceso de reuniones de coordinación intersectorial.
Las Quintas, Las Quintas Palmeras	Blocks de departamento de 4 pisos	Las Palmeras	Las Palmeras Quintas 99% de demolición
Mauque	Casas de 2 pisos	Mauque	Estado de demolición
Alelíos I,II	Block de departamento de 5 pisos	Los Alelíos	En reparación

Fuente: Elaboración propia

Sectores Inhabitables desde el Terremoto del 2016

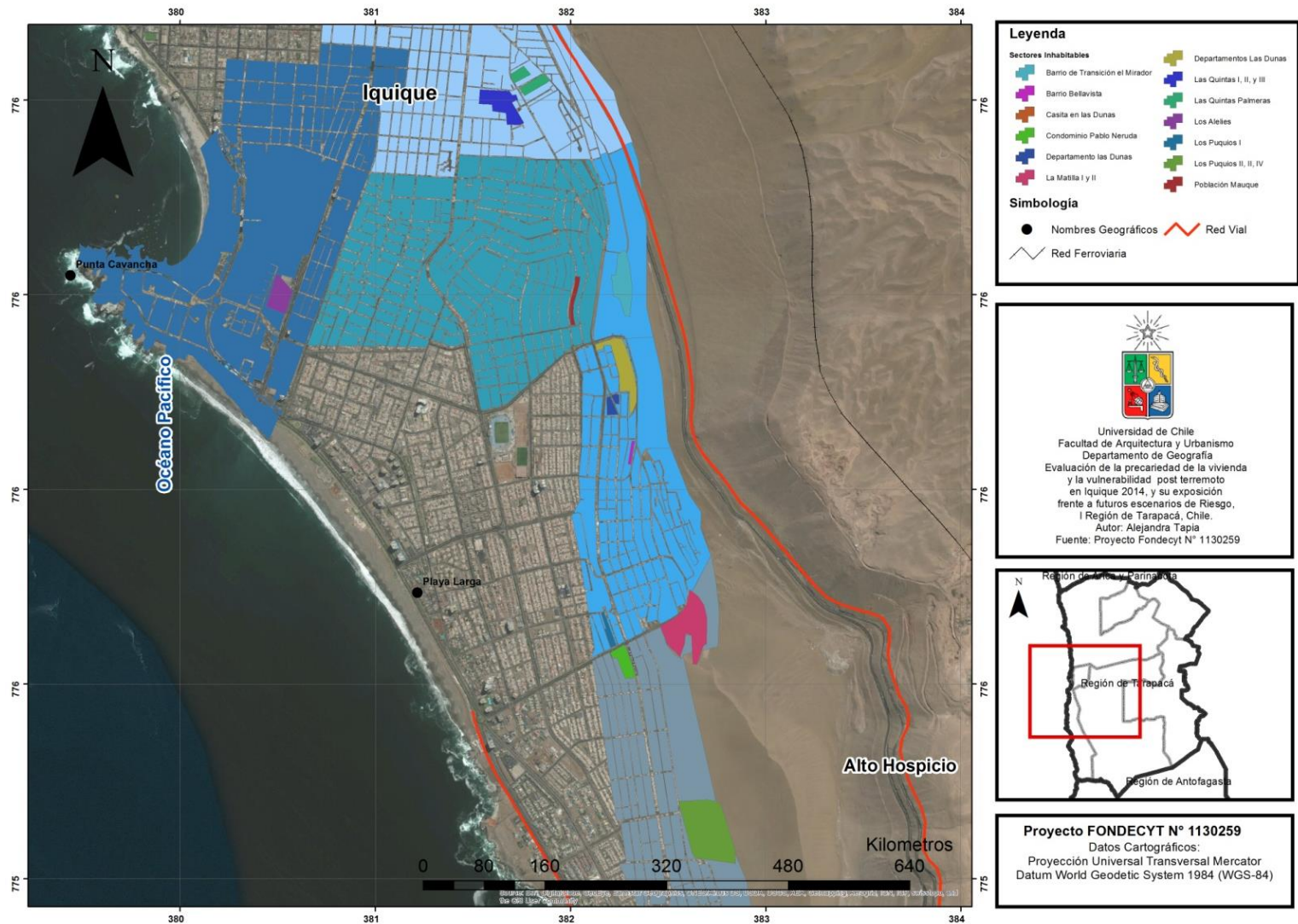


Figura N° 19: Áreas afectadas por el terremoto. Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Sistematización de los daños sobre las viviendas.

De acuerdo a la clasificación técnica realizada por SERVIU Tarapacá, los efectos del terremoto sobre las viviendas tipificados como inhabitables, corresponden en su mayoría a departamentos correspondientes a condominio habitacional Las Quintas, I, II y III, Las Quintas Palmeras, Las Dunas, Los Puquios I, II, III y IV, Pablo Neruda y Los Alelís (Fig. N°20).

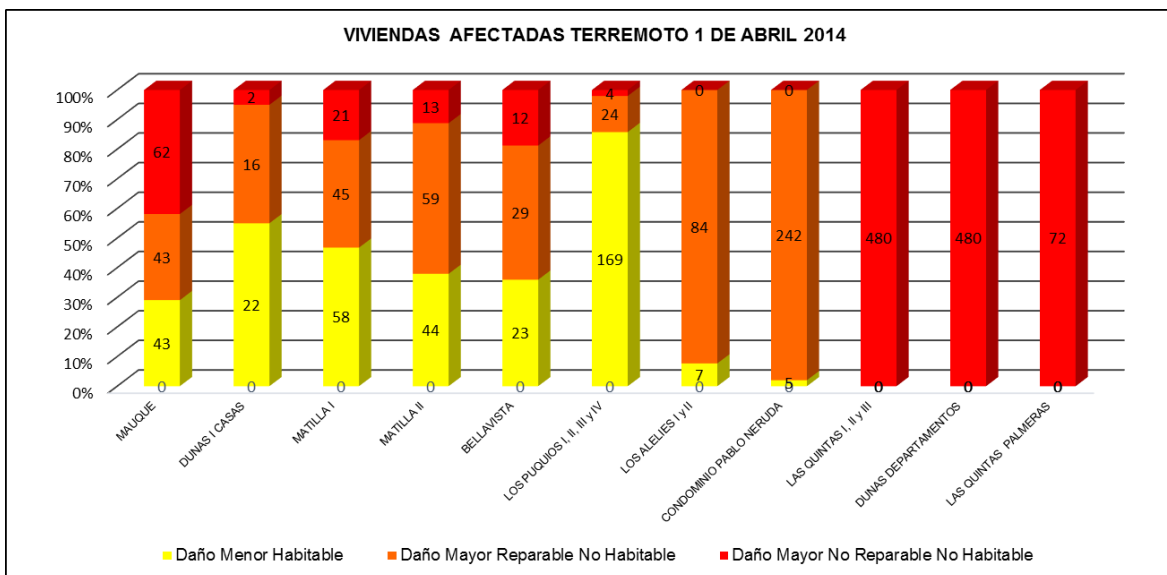


Figura N° 20: Porcentajes de daños en las viviendas
Fuente: Elaboración en base a catastro SERVIU, Tarapacá 2014

La evaluación anterior, si bien fue tipificada en base a la categorización hecha por SERVIU, no cuenta con los detalles respecto de la evaluación técnica asociada a aspectos estructurales propiamente tales. Por lo que se complementa dicha información con el catastro proporcionado por la Ilustre Municipalidad de Iquique, la cual fue realizada por la Dirección de Obras Municipales (DOM) una vez ocurrido el sismo en el año 2014.

A continuación se detallan los efectos del terremoto sobre las viviendas y conjuntos habitacionales identificados anteriormente, de acuerdo al distrito censal que corresponden.

❖ **Distrito Censal La Tirana:** En este distrito censal, los conjuntos habitacionales se encuentran emplazados los sectores de La Matilla I y II (Fig. N° 21) Los Puquios y Condominio Pablo Neruda (Fig. N°22), los cuales se detallan a continuación.

La Matilla I y II: Conjunto habitacional conformado por 240 casas de 2 pisos, de ellas en Matilla II, de un total de 116 viviendas afectadas, 72 fueron decretadas no habitables. Estas viviendas fueron adquiridas bajo modalidad subsidio DFL2- D.S. 2552⁸.

⁸ Norma DL-2552 publicada 1979 por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Según la evaluación técnica realizada por la Ilustre Municipalidad de Iquique, en la zona correspondiente a calle Pozo Almonte, los efectos estructurales se describen en la Tabla N° 15.



*Figura N° 21: Conjuntos habitacionales Matilla I y II: Estado de las viviendas al año 2016
Fuente: Imágenes Google Earth, 2016*

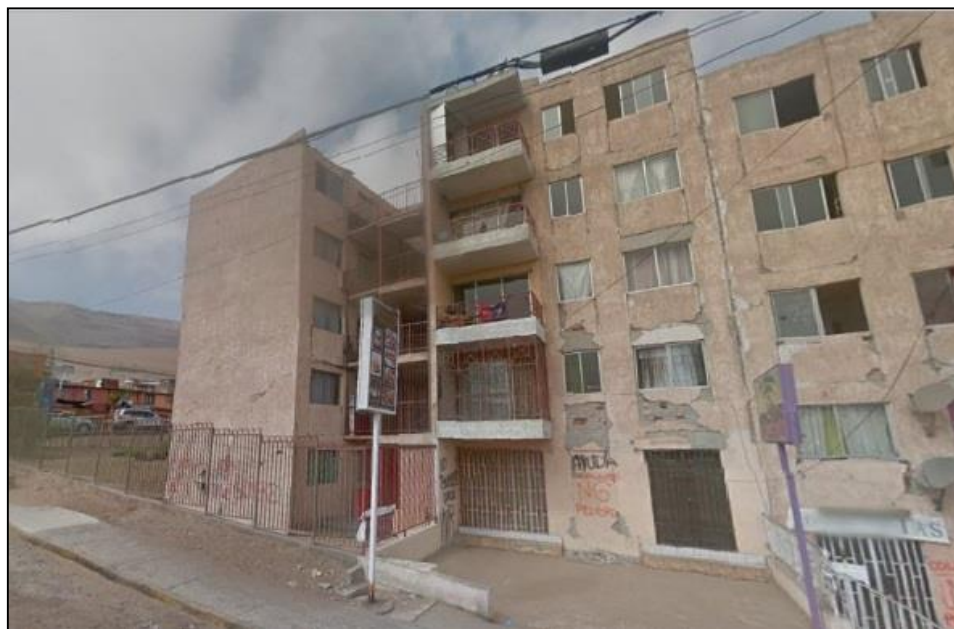


Figura N° 22: Conjunto habitacional Pablo Neruda: Estado material de los departamentos post-terremoto. Fuente: Imágenes Google Earth 2016

Tabla N° 15 : Observaciones técnicas realizadas por la Municipalidad de Iquique 2014

Muros	Suelo
<ul style="list-style-type: none"> • Ampliación con fisuras, grietas, 2do nivel con fisuras • Muros inclinados hacia el interior • Muro de patio agrietado • Muro de contención desplomado • Muros de contención exterior inclinados • Ampliaciones presentan grietas y desplazamientos en pilares y vigas. • Ampliación de 2 nivel deficientes • Grietas verticales en muros interiores y medianeros 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentan levantamiento de piso (socavón) • Desplazamiento del asentamiento • Patio asentado 30-40 cm • Socavamiento y deslizamiento de muros con afectación de arena dentro de la vivienda • Patio asentado por ausencia de muro

Fuente: Ilustre Municipalidad de Iquique año 2014

Los Puquios I, II, III y IV: Conjunto habitacional los Puquios I, II, III y IV, conformados por 197 viviendas adquiridas bajo modalidad DFL2.

A continuación, se describen las observaciones realizadas por la I. Municipalidad de Iquique en calle Los Algarrobos y calle Los Chunchos y (Tabla N°16).

Tabla N° 16: Observaciones técnicas en población Los Puquios

Muros	Suelo
<ul style="list-style-type: none"> • Ampliación asentada • Desplome de muros de pandereta • Corte pilares pandereta • Daño muros divisorios • Peligro de derrumbe muros medianeros • Ampliaciones en mal estado • Muro de contención inclinado 	<ul style="list-style-type: none"> • Antejardín asentado hacia muro de contención • Fracturas en piso

Fuente: I. Municipalidad de Iquique

Condominio Pablo Neruda: Condominio privado, que corresponde a 248 departamentos, de los cuales 242 fueron catalogados como Daño Mayor Reparable No Habitable. Estos fueron construidos en albañilería armada. Entre los principales efectos provocados por el terremoto se encuentran corte en muros en todos sus niveles. Se evidenciaron problemas importantes en los Antepechos, elementos estructurales y no estructurales, lo que disminuyó la ductilidad (VALDEBENITO *et al.*, 2014).

❖ **Distrito Censal La Tirana Norte:** Se encuentran emplazados los conjuntos habitacionales correspondientes a Conjunto Habitacional Las Dunas y Bellavista.

Conjunto Habitacional Las Dunas (departamentos): Blocks de 4 pisos, construidos en albañilería armada. El terremoto afectó a 480, adquiridos bajo modalidad subsidio DFL2-D.S. 2552. Actualmente, al año 2015, se encuentran demolidos en su totalidad (Fig. N°23). Con respecto a la evaluación realizada por VALDEVENITO *et al.*, (2014), debido a las características de suelo en el cual se encuentra emplazado el conjunto habitacional, se produjeron daños evidentes en fallas de corte, agrietamientos y desprendimientos de hormigón en pilares a nivel basal. La evaluación realizada por la DOM, se describe en la Tabla N° 17.



Figura N° 23: Vista terreno: viviendas demolidas de conjunto habitacional las Dunas. Imágenes tomadas en terreno en zona aledaña a Cerro Dragón

Tabla N° 17: Observaciones técnicas realizadas en conjunto habitacional Las Dunas

Muros	Suelo
<ul style="list-style-type: none"> • Fisuras en muros y grietas en radier • Muros de contención colapsados • Ampliaciones colapsadas • Fisuras de muro medianero 	<ul style="list-style-type: none"> • Asentamientos de muros de contención de viviendas • Asentamientos antejardín

Fuente: I. Municipalidad de Iquique

Conjunto habitacional Bellavista: Casas de 2 pisos, de las cuales de un total de 64 viviendas afectadas, 41 resultaron no habitables. El detalle de daño estructural correspondiente al pasaje 16 de julio se describe en la Tabla N°18.

Tabla N° 18: Observaciones técnicas realizadas en conjunto habitacional Las Dunas

Muros	Suelo
<ul style="list-style-type: none"> • Grietas y fisuras en muros divisorios • Muros de contención agrietados • Colapso de muros de albañilería armada • Destrucción de habitaciones construidas sobre material ligero 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas asentadas • Desvínculo de fachadas • Asentamiento parte posterior de la vivienda • Deslizamientos de piso • Asentamiento de patio

Fuente: I. Municipalidad de Iquique

❖ **Distrito censal Caupolicán:** Conjunto habitacional Las Quintas I, II y III y Las Quinta Palmeras, correspondientes a departamentos de 5 pisos. Estos fueron obtenidos a través del subsidio DFL2- D.S. 2552 de vivienda social. Entre los principales efectos materiales producidos por el sismo evaluados por DOM, se encuentran los concernientes a muros, entre los que se encuentran los siguientes (Tabla N° 19).

Tabla N° 19: Daños estructurales Conjunto Habitacional Las Quintas

Muros
<ul style="list-style-type: none">• Grietas en muro• Grietas diagonales• Deformación en lozas• Grietas en antepecho• Desprendimiento de ladrillos• Fisuras en muros perimetrales

Fuente: Ilustre Municipalidad de Iquique

- ❖ **Distrito censal Gómez Carreño:** Se localiza el Conjunto habitacional Mauque, el cual corresponde a casas de dos pisos obtenidas con DFL2- D.S. 2552, subsidio de vivienda social. Resultaron afectadas un total de 148 unidades. De éstas 105 resultaron no habitables. Actualmente, al año 2016, se encuentran en estado de demolición (Fig. N° 24.).



Figura N° 24: Población Mauque, estado de demolición de las viviendas año 2015. Fuente: Imágenes Google Earth 2016

- ❖ **Distrito censal Cavanha:** Conjunto habitacional los Alelíos, conformados por 17 blocks de departamentos de 5 pisos. De éstos, resultaron 91 departamentos afectados, de los cuales 84 fueron evaluados como no habitables y según Reporte Sismo 2016 emitido al mes de mayo, aún se encuentran en reparación (Fig. N° 25). Cabe señalar que, en la evaluación realizada por la I. Municipalidad de Iquique, solo se hace referencia a daños estructurales y no de suelos (Tabla N° 20).



Figura Nº 25: Conjunto habitacional Los Alelíos, estado de los departamentos al año 2016.
Fuente: Imagen Google Earth, 2016

Tabla Nº 20: Daños estructurales Conjunto Habitacional Los Alelíos

Muros		
•	Desplazamiento muro de	contención
•	Muro medianero agrietados	
•	Vigas interior de habitación	desplazada
•	Asentamiento de dormitorios	
•	Colapso de muros divisorios	
•	Fisuras en encuentro de muros	

Fuente: I. Municipalidad de Iquique

5.2 Factores de origen físico-natural

Para dar cumplimiento al objetivo número dos, en cuanto a determinar los factores de origen físico-natural que incidieron en los daños y pérdidas de las viviendas de la presente investigación, se analiza la amenaza de licuefacción, identificada por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015), la cual se enmarca en el proyecto Fondecyt Nº 1130259. Este estudio consta de un mapa de peligro a una escala de 1.20.000, en el cual se identifica la amplificación sísmica en la ciudad de Iquique. Se considera la amenaza de licuefacción, debido a las condiciones de suelo presentes en las planicies litorales, que corresponden a suelos arenosos de baja compactación. En el caso de sismos importantes, estos suelos pierden bruscamente su resistencia mecánica ante la vibración, generando importantes deformaciones en el sustrato (FALCON y RAMIREZ, 2010).

A continuación se presenta la cartografía desarrollada por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015) que identifica las áreas de amplificación sísmica, a la cual se integra la distribución espacial de las viviendas que fueron afectadas por el terremoto. La amenaza de amplificación sísmica se estimó en tres niveles de peligro.

- ❖ **Alto** (Suelo blando: depósitos eólicos, aluviales activos, de playa y antrópicos)
- ❖ **Medio** (Suelo rígido: depósitos aluviales, marinos, de guano y coluviales)
- ❖ **Bajo** (Suelo muy denso: Formación Gravas de Alto Hospicio)

Estas unidades fueron estimadas de acuerdo a las unidades geológicas locales presentes y clasificadas por *National Earthquake Hazards Reducction Program* (NERPH). Además, se considera la amenaza de licuefacción, ya que según lo indicado por YAMIN *et al.*, (2013:34), las propiedades geotécnicas de los depósitos de suelo inciden sobre los diferentes tipos de construcciones que finalmente definen las características del movimiento sísmico sobre las mismas.

Según la cartografía realizada en base a la integración de los datos físicos proporcionados por el mapa de peligro de CASTRO-CORREA *et al.*, (2015), se observa que las áreas susceptibles de ser afectadas por fenómenos de licuefacción en nivel “Alto”, se encuentran hacia el sur-este de la ciudad de Iquique, al pie del escarpe costero. Éstas corresponden a las áreas localizadas al oeste del cerro Dragón, una duna linear con una altura aproximada de 247 m.s.n.m. De acuerdo a su composición sedimentológica, está constituida por depósitos eólicos (Pleistoceno-Holoceno) en manto y lineales (SERNAGEOMIN, 2013).

Cabe precisar que uno de los factores que originan el fenómeno de licuefacción según lo propuesto por FALCON y RAMIREZ (2010), es la profundidad de las aguas subterráneas ya que, “*si éstas se localizan a mayor superficie (nivel freático), mayor será la probabilidad de licuefacción*”. En este caso para el área de estudio, SERNAGEOMIN (2013:13) propone un mapa de microzonificación sísmica, con el fin de dar una aproximación al comportamiento de los suelos frente a los sismos. A este estudio geológico y geomorfológico, se suma el supuesto de la presencia de aguas subterráneas producto de la rotura de cañerías y de ductos de agua potable o bien de alcantarillado, como consecuencia de la intensa urbanización a la que ha sido sometida la comuna.

A continuación se presenta una cartografía que integra la zonificación de amplificación sísmica desarrollada por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015) y la localización de las viviendas afectadas (Fig. N° 26).

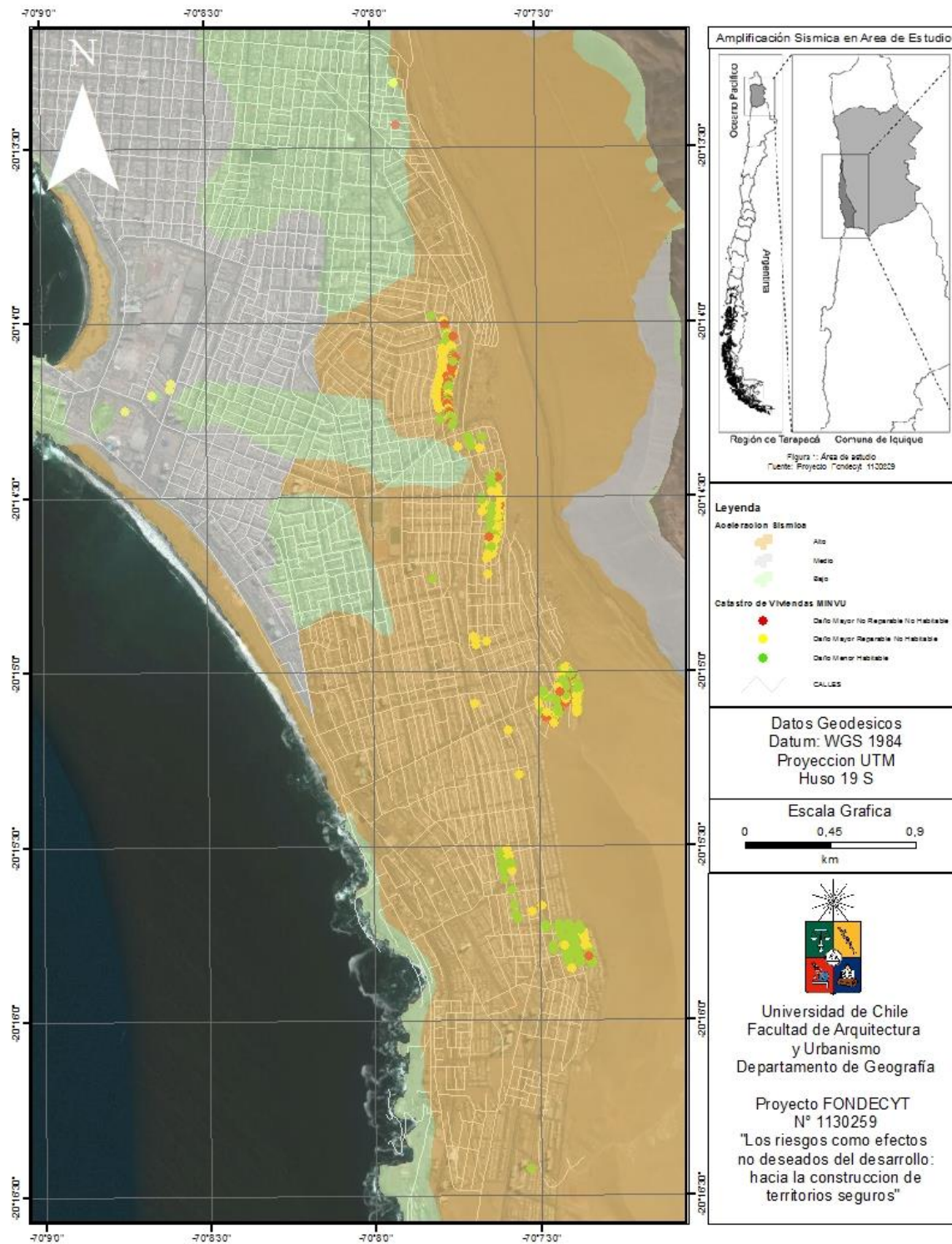


Figura N° 26: Distribución de viviendas afectadas y amplificación sísmica

5.2.1 Análisis Norma Chilena NCh 433.Of96, Diseño Sísmico de Edificios

El impacto de las amenazas sobre la infraestructura física, implica pérdidas económicas, y la afectación de vidas humanas como consecuencia del daño físico de las construcciones sobre la población expuesta (YAMIN *et al.*, 2013:43). Las normas de construcción en Chile cumplen un rol fundamental en cuanto a su relevancia como medidas de mitigación y reducción del riesgo. Éstas permiten reducir la vulnerabilidad física de los componentes expuestos, y aminorar las pérdidas económicas. Los aspectos esenciales de la norma NCh 433.Of96. Diseño sísmico de Edificios, se especifican en las disposiciones generales sobre diseño y métodos de análisis constructivos del Artículo 5.1.1, las cuales consideran que las siguientes: a) *resistan sin daños movimientos sísmicos de intensidad moderada; b) limiten los daños en elementos no estructurales durante los sismos de mediana intensidad y c) aunque presentan daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad severa.*

En Chile la norma sísmica NCh 433.Of 96, ha experimentado diversas modificaciones de acuerdo al análisis comparativo y características de los efectos producidos por los eventos sísmicos. Esto ha permitido un continuo desarrollo en las políticas de diseño sísmico (SAEZ DEL PINO, 2011:136).

Los resultados obtenidos de acuerdo a la localización de los sectores y viviendas afectadas anteriormente descritos, son correlacionados de acuerdo al año de edificación y las modificaciones realizadas a la norma NCh 433. Of96. El nivel de riesgo de acuerdo a la evolución de la norma sísmica, fue estimado por WYNDHAM (2013). Este fue desarrollado en el marco del Proyecto Fondecyt N° 1100223 titulado *“Nuevos escenarios de fragilidad ambiental asociados al aumento del riesgo y la degradación en ciudades intermedias de Chile”*.

Se presenta a continuación en la Tabla N° 21, el listado de conjuntos habitacionales afectados de acuerdo al año de permiso de edificación, que fue facilitada por la Ilustre Municipalidad de Iquique a través del *“Listado de conjuntos habitacionales de viviendas sociales construidas entre 1930 y 2014 en Iquique”*.

Tabla N° 21: Años de edificación de conjuntos habitacionales afectados

Conjunto habitacional	Año aproximado de construcción.	Nivel de Riesgo
Las Dunas (deptos.)	1985	Alto
Las Dunas (casas)	1987-1989	Alto
Bellavista	1979	Alto
Con. Pablo Neruda	1995	Alto
Losa Puquios I, II, III y IV	1992-1993	Alto
Las Quintas I, II, III	1983-1984	Alto
Las Quintas Palmeras	1983	Alto
La Matilla	1993	Alto
Mauque	1995	Alto
Alelíos I y II	1993-1994	Alto

Fuente: Nivel de riesgo WYNDHAM, (2013)

Según el análisis de la tabla anterior, los conjuntos habitacionales afectados por el terremoto presentan antigüedad relativa entre los 20 y 30 años de edificación, por lo que no cumplen con las actualizaciones de la normativa de construcción antisísmica. La norma presenta modificaciones realizadas con posterioridad al año 1996, en la denominada “NCh 433 Of. 1996 modificada 2009, de Cálculo Antisísmico de edificios”. Si bien las modificaciones no son significativas, se adicionan, entre otros aspectos, restricciones para deformaciones sísmicas respecto al material estructural de las construcciones. Tal como señala BLAIKIE *et al.*, (2003) la edad de los edificios es un indicador de vulnerabilidad física, ya que estas condiciones hacen a las estructuras más propensas a sufrir los efectos producidos por desastres.

A continuación se presenta un análisis cualitativo respecto al análisis descriptivo de bibliografía de tipo primaria. Ésta consiste en la obtención de información de acuerdo al análisis de 5 informes técnicos con respecto a determinar de las causas que produjeron el daño estructural en las viviendas, así como las características sísmicas de la zona.

Estos informes técnicos fueron realizados por distintas entidades privadas y académicas en el año 2014 posterior al terremoto que afectó a la ciudad de Iquique.

❖ **Informe Técnico Terremoto de Iquique, Mw= 8.2, 1 de abril de 2014. Sergio Barrientos, S. Centro Sismológico Nacional. Universidad de Chile. 2014**

El informe técnico fue realizado por el Centro Sismológico de la Universidad de Chile. Contiene información sobre los escenarios sísmicos en la zona norte, y se refiere a la zona como “*laguna sísmica*”. Además realiza una descripción de las características físicas respecto a la intensidad del evento sísmico de Mw=8.2 que afectó la ciudad de Iquique. Entre las principales conclusiones se encuentran las siguientes:

Al examinar los modelos de acoplamiento entre las placas de Nazca y Sudamericana, se puede inferir que es de 137 años, los cuales se habrían acumulado en la interface desplazamientos equivalentes a 10 metros, lo que explicaría la magnitud del sismo de 8.2, según estimaciones geodésicas.

La zona de ruptura correspondiente al sismo 01 de abril 2014, se debe a que se encuentra en medio de la subdivisión de tres sectores, las que aproximadamente serían de igual tamaño. Este sector abarca desde aproximadamente la localidad de Pisagua hasta Punta Patache, lo que involucra una zona de ruptura de 150 km de extensión. Como resultado, quedaron dos segmentos sin activar (Fig. N°27), uno hacia el norte de Iquique (ILO-Pisagua) y una hacia el sur (Punta Patache- Tocopilla). Cabe señalar, que dada la extensión territorial del pasado terremoto, existen 2 escenarios probables de ocurrencia de eventos sísmicos. Uno de ellos dice relación con la activación por separado de cada segmento, los cuales pueden generar sismos del orden de Mw 8.0 y Mw 8.2, o bien que se activen en forma simultánea, lo que involucraría intensidades y efectos aún mayores sin que se pueda precisar una fecha. Cabe precisar que Chile, dadas las características de alta sismicidad, puede verse afectado por un sismo significativo en cualquier lugar de su territorio, en el que la zona norte se describe como un escenario de alta probabilidad de ocurrencia (BARRIENTOS, 2014).

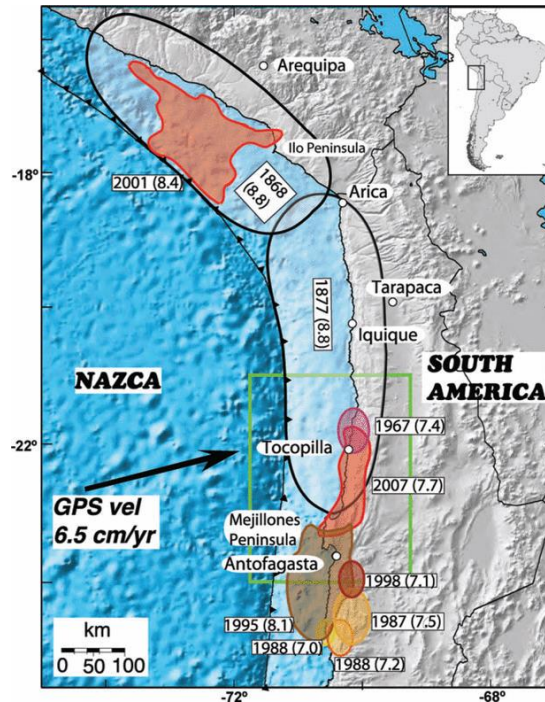


Figura Nº 27: Zona de ruptura sísmica histórica y zonas recientes para terremotos interplaca al sur de Perú y norte de Chile. Fuente: BÉJAR-PIZARRO et al., (2010)

❖ **Seismic Microzoning Of Arica and Iquique, Chile. Alix Becerra Téllez. Thesis submitted to the Office of Research and Graduate Studies in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Engineering. Mayo, 2014**

Los resultados planteados en la Tesis correspondiente a BECERRA (2014), que fue realizada luego del terremoto Iquique 2014, se basa en la evaluación geofísica y dinámica de los suelos de fundación de las ciudades de Arica e Iquique y se realizó un mapa de microzonificación sísmica. El mapa propone una microzonificación que contempla las zonas de mayor amplificación sísmica en donde existe una mayor condición de susceptibilidad a efectos de sitio.

El mapa de microzonificación sísmica realizada por BECERRA (2014), plantea que las áreas más susceptibles en la ciudad de Iquique a sufrir efectos de sitio son las siguientes: Al norte de la ciudad en la zona de la ZOFRI, la cual se emplaza sobre depósitos marinos de 15 metros de espesor (zona III-A, III- B), y al norte del puerto, que está construido sobre un vertedero artificial (V-B) (Fig. Nº28). Además, se presenta una zona susceptible al sur de la ciudad junto al Cerro Dragón, donde converge una capa superficial de depósitos eólicos y aluviales sobre una capa profunda de suelo arenoso (zona IV-B).

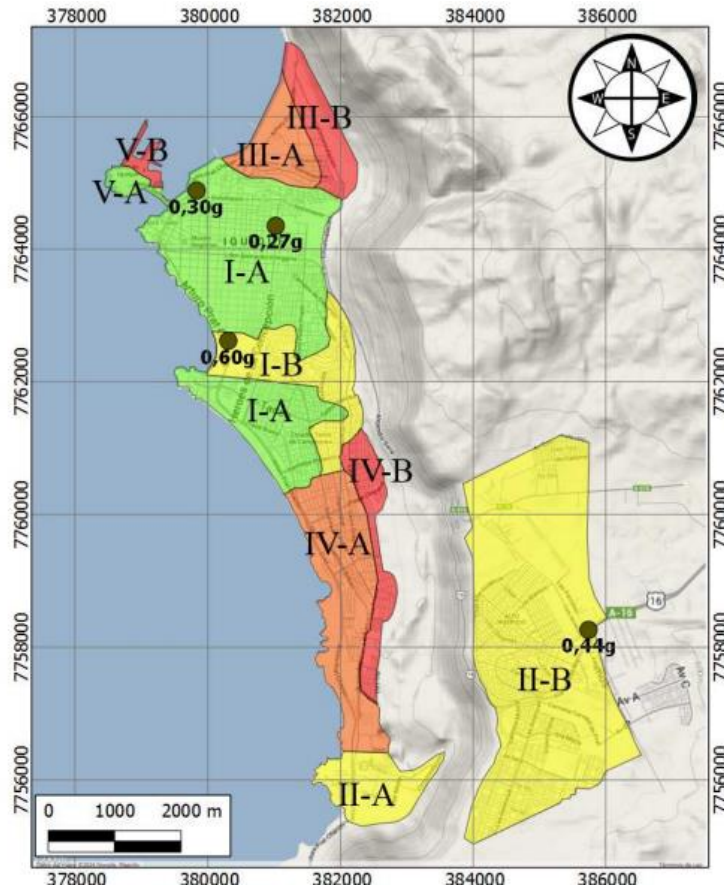


Figura Nº 28: Propuesta de microzonificación para la ciudad de Iquique
Fuente: Becerra (2014)

❖ **Terremoto de Iquique Mw= 8, 2-01 Abril 2014. Daños Observados y Efectos de sitio en estructuras de albañilería. Valdebenito, G., Alvarado, D., Sandoval, C., & Aguilar, V**

El presente estudio fue presentado en el XI Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Sísmica ACHISIMA, 18-20 de marzo de 2015, cuyos resultados se sintetizan a continuación:

Este artículo presenta un análisis de los efectos del terremoto 01 de abril 2014 en las ciudades de Iquique y Alto Hospicio, e identifica los daños producidos en los edificios de albañilería de 2 a 5 pisos. Los efectos en las viviendas correspondientes a Conjunto Las Dunas (3), Conjunto Los Alelíos (2), Conjunto Pablo Neruda (1), fueron contrastados con eventuales efectos de sitio, es decir, identifica los problemas de interacción entre el suelo y la estructura que afectada.

Entre las conclusiones, destaca el rol preponderante de los efectos de sitio y de resonancia suelo-estructura, esta última pudo haber incrementado los niveles de daños observados, debido a la demanda sísmica provocada sobre las estructuras de las viviendas.

Además, el mal desempeño estructural de los conjuntos habitacionales detectado se debe entre otras causas a la falta de “*detallamiento*” adecuado y ciertos vicios constructivos, tal como la falta de confinamiento de los elementos que conforma la estructura y al efecto de “columna corta” de algunos edificios.

❖ ***Geotechnical Aspects of April 1, 2014, M8.2 Iquique, Chile Earthquake. Report of the NSF Sponsored GEER Association Team. GEOTECHNICAL EXTREME EVENTS RECONNAISSANCE (GEER) ASSOCIATION. Version 1.2: October 22, 2014.***

El presente informe fue realizado en junio de 2014 por la asociación *Geotechnical Extreme Event Reconnaissance* (GEER). Este se basa en el análisis de las estructuras tanto habitacionales como portuarias, así como los puentes ubicados entre las ciudades de Arica e Iquique. El análisis se realizó a través del método de georreferenciación para identificar los desplazamientos de suelo, a través de imágenes satelitales, además de la reconstrucción tridimensional de las estructuras afectadas.

En cuanto a los efectos a nivel estructural en la ciudad de Iquique, el informe indica que los mayores daños se produjeron a consecuencia del sismo Mw 7.6 del 3 de abril después del sismo principal Mw 8.2. Las estructuras de contención tuvieron un rendimiento aceptable en la ciudad, mientras los daños más significativos fueron producidos por los desplazamientos de muros de contención. Los efectos se localizaron principalmente en tres lugares de la ciudad identificados como: Cerro Dragón, Estadio Municipal y Caleta Riquelme. Los muros de contención afectados fueron construidos de hormigón armado, de un espesor de 20 cm, una altura de 240 cm y se extienden entre 3 m y 5 m.

Los principales defectos detectados a nivel estructural en los muros de contención se describen a continuación:

- Muros de mampostería o de concreto sin cimientos adecuados para retener el relleno suelto y seco.
- Derrumbe de muro de contención al sur del Cerro Dragón, producto de la avanzada corrosión en las estructuras de refuerzo que lo sostenían.
- En la calle Algarrobos, los muros fueron dañados debido al tamaño insuficiente de las bases, la falta de elementos de sujeción, y la baja resistencia del material de relleno.

Específicamente en Cerro Dragón, el análisis se refiere a los daños producidos en las estructurales en las viviendas, los cuales fueron causados principalmente por la composición del terreno. El suelo en este sector está compuesto principalmente por arenas identificadas como pobremente graduadas ($C_u = 0,50$, $C_c = 0,80$), cuyas partículas sueltas son de tamaño pequeño a mediano ($d_{50} \sim 0.2\text{mm}$). Además, la composición sedimentológica calcárea y de sales solubles de este elemento aumenta el riesgo de soportar la capacidad del emplazamiento de asentamientos. Entre las principales consecuencias se encuentran el enorme potencial de corrosión producido por infiltraciones de agua, producto de la actividad antrópica.

❖ ***The 2014 Earthquake in Iquique, Chile: Comparison between Local Soil Conditions and Observed Damage in the cities of Iquique and Alto Hospicio. Alix Becerra, Esteban Sáez, Luis Podestá, and Felipe Leyton.***

Este artículo del año 2016 presenta comparaciones entre las condiciones locales de suelo y el daño estructural. Para este efecto, son analizados 4 sectores de la ciudad de Iquique los que corresponden a: la zona ZOFRI, el puerto de Iquique, complejo edificio Las Dunas y la ciudad de Alto Hospicio.

Para efecto del análisis del área de estudio de la presente memoria, se considera sólo el diagnóstico realizado al conjunto habitacional Las Dunas I, el cual corresponde al área de estudio. Entre las principales consideraciones, el artículo concluye lo siguiente:

La mayor parte de los daños materiales se concentraron en construcciones de baja altura como viviendas y almacenes, mientras que los edificios de mayor altura (20 pisos) no sufrieron problemas estructurales significativos. Si bien se establece que las causas de los daños estructurales son de diversos orígenes, se debe tener en cuenta la especial relevancia que el efecto de la amplificación sísmica tiene sobre las estructuras.

Según la evaluación técnica realizada en la ciudad de Iquique, al igual que estudios anteriores, el daño estructural coincidió con los sectores que presentaron mayor amplificación sísmica. Además, los daños observados se asocian más bien a problemas estructurales en el proceso de construcción o también denominados “vicios constructivos”.

A pesar de que el conjunto habitacional las Dunas aún permanece en estudio, se observó que los blocks construidos de mampostería confinada de cuatro pisos presentan diferencias longitudinales, apreciándose que los más afectados fueron los más cortos. Éstos presentaron daños estructurales tales como, fallas de compresión en las columnas, fallas en la planta y en las paredes. Además, con respecto a la composición del suelo, el informe indica que a nivel sedimentario, el área analizada se caracteriza por depósitos de arenas eólicas.

Luego de exponer el análisis bibliográfico de los informes técnicos concernientes a los efectos estructurales y físicos como efecto del terremoto, a modo de síntesis se presenta en la Tabla N° 22, un resumen de los principales resultados obtenidos.

Tabla N° 22: Resumen de los informes técnicos

Autor	Documento	Resultados
Sergio Barrientos, S (2014)	Informe Técnico Terremoto de Iquique, Mw= 8.2, 1 de abril de 2014	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La intensidad del terremoto de Mw 8.2, resulta del escenario sísmico denominado “laguna sísmica” debido al acoplamiento de las placas de Nazca y Sudamericana de 137 años. Por lo que el desplazamiento acumulado es equivalente a 10 metros desde el último sismo, lo que explicaría la gran intensidad.
Becerra (2014)	Seismic Microzoning Of Arica and Iquique, Chile	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Según los resultados de microzonificación sísmica realizada en la ciudad de Iquique, entre las zonas de mayor susceptibilidad para presentar efectos de sitio, se localiza al sur de la ciudad junto al Cerro Dragón, donde converge una capa superficial de depósitos eólicos y aluviales sobre una capa profunda de suelo arenoso.
Valdebenito (et al., 2014)	Terremoto de Iquique Mw= 8, 2-01 Abril 2014. Daños Observados y Efectos de sitio en estructuras de albañilería	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Existe una concordancia entre los efectos de sitio y los daños estructurales. ✓ La resonancia suelo-estructura, pudo haber incrementado los niveles de daños observados debido a la demanda sísmica sobre las viviendas. ✓ La falta de “detallamiento” adecuado y ciertos vicios constructivos contribuyeron al daño de las estructuras.

<p>GEOTECHNICAL EXTREME EVENTS RECONNAISSANCE (GEER) ASSOCIATION. Version 1.2. (2014)</p>	<p>Geotechnical Aspects of April 1, 2014, M8.2 Iquique, Chile Earthquake. Report of the NSF Sponsored GEER Association Team</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los desplazamientos de muros de contención se observaron principalmente en tres lugares de la ciudad: Cerro Dragón, Estadio Municipal y Caleta Riquelme. ✓ Los derrumbes de muros de contención al sur del Cerro Dragón fueron producidos por la avanzada corrosión en las estructuras de refuerzo que la sostienen. ✓ En Cerro Dragón, la composición sedimentológica calcárea y las sales solubles de los suelos, aumentan el riesgo soportar capacidad de asentamientos, inducidos tanto por el enorme potencial de corrosión como por infiltraciones de agua, producto de la actividad antrópica.
<p>Becerra et al., (2016)</p>	<p>The 2014 Earthquake in Iquique, Chile: Comparison between Local Soil Conditions and Observed Damage in the cities of Iquique and Alto Hospicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los daños estructurales se concentraron en construcciones de baja altura como viviendas y almacenes, mientras que los edificios de mayor altura (20 pisos) no sufrieron problemas estructurales significativos. ✓ Se considera incidencia la amplificación sísmica provocada por los suelos debido a su composición.

Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica

5.3 Análisis de la vulnerabilidad prevalente

El enfoque multidimensional de la vulnerabilidad dice relación con la multiplicidad de factores que la conforman, originan y moldean, donde destacan la susceptibilidad ante las amenazas, así como su capacidad para responder ante eventos externos (CUTTER *et al.*, 2003). En este sentido, la vulnerabilidad social de las comunidades está en directa relación con el impacto de los eventos catastróficos. Así mismo, la vulnerabilidad está determinada por diversos parámetros internos, principalmente por las características que determinan el acceso a recursos entre otros (RUIZ-PÉREZ y GELABERT, 2012).

Para efectos de esta investigación, se utilizan 40 indicadores que conforman aspectos de tipo socio-demográficos, socio-económicos y socio-residenciales a nivel comunal, los que fueron planteados por CASTRO-CORREA (2014). Los indicadores ponen especial énfasis en aquellos elementos que predisponen a la población y sus capacidades para responder ante un evento extremo (BIRKMANN, 2007). Cabe señalar que estas capacidades antes mencionadas son de carácter dinámico, y el análisis de estas dimensiones o factores pueden variar en forma cualitativa y/o cuantitativa a través del tiempo (CARDONA, 2001: 34).

A continuación se exponen los resultados obtenidos en la presente investigación en relación con los factores que permiten configurar la vulnerabilidad en el área de estudio.

5.3.1 Dimensiones de vulnerabilidad prevalente y su patrón espacial

De la nómina de los 40 indicadores extraídos de Censo 2002 mediante REDATAM +SP, fueron ingresados al software SPSS y procesadas mediante análisis factorial, de los cuales resultaron 7 dimensiones con un porcentaje de explicación de la varianza de 80.2% (Anexo N°1).

A continuación, se realiza una interpretación de las 7 dimensiones resultantes (Tabla N° 23) del proceso de análisis factorial, a través de Método de rotación Varimax, las que fueron seleccionadas en relación a los puntajes más altos obtenidos (Anexo N°2). Posteriormente se realiza un análisis espacial a nivel de manzanas con los factores anteriormente obtenidos.

Tabla Nº 23: Análisis de dimensiones vulnerabilidad social

Dimensiones	Interpretación
1.-Vivienda precaria	Esta dimensión se compone de mediaguas (.849) caracterizadas por material ligero generalmente de madera y sin acceso a servicios higiénicos (.842). Se componen además, de viviendas gratuitas (.792) en la que se usufructúa de la vivienda sin pago de dinero.
2.-Discapacidad	La dimensión corresponde a la representatividad de personas con capacidades diferentes, ya sean porque poseen estudios de educación diferencial (.975), por trastornos de aprendizaje o personas con discapacidad intelectual (.974).
3.-Precariedad material	La precariedad material está representada por elementos constructivos de tipo informal, tal como cubierta de desechos (.936) y piso de tierra (.844).
4.-Población dependiente	Esta dimensión representa a la población dependiente social y económicamente, las que incluyen las personas de 65 años y más (.914) y jubilados (.898), las cuales además, pueden presentar poca capacidad de movilizarse ante un evento extremo.
5.-Desventaja socioeconómica	Es una población caracterizada por presentar una baja escolaridad (.811) y además, desventaja socioeconómica la que es representada por el Grupo socioeconómico E (.666), aspecto asociado con el bajo acceso a recursos económicos.
6.-Vivienda colectiva	Se compone de viviendas antiguas (.887) destinadas a personas que habitan en forma temporal o permanente sin parentesco entre ellas. Estas viviendas además, son arrendadas (.661) por lo que se vincula con el desarraigo y desconocimiento del territorio que incluye una desventaja económica.
7.-Ocupación de la vivienda	Esta dimensión se conforma por viviendas cedidas (.728) en forma temporal por servicios y por 2 o más hogares por vivienda (.712), que involucra una condición de hacinamiento que se vincula con la fragilidad social de una familia.

Fuente: Elaboración propia

Según resultados del análisis estadístico, para identificar las dimensiones de la vulnerabilidad social antes descritas, se presentan las correlaciones de los indicadores extraídos de Censo 2002, que presentan mayor significancia entre ellos (Anexo N° 3). En este caso se observa que el indicador referido a mediagua, se correlaciona con un 58% con viviendas gratuitas, además de presentar un 77% de correlación con viviendas que no poseen acceso a servicios higiénicos. Esto puede ser explicado por la presencia de campamentos o viviendas informales en la ciudad de Iquique. Las viviendas de tipo informal se caracterizan precisamente por la falta de saneamiento y precarias condiciones materiales en los elementos de construcción. La explicación está dada por el porcentaje de correlación que muestran los siguientes gráficos en la Fig. N°29 y Fig.N°30.

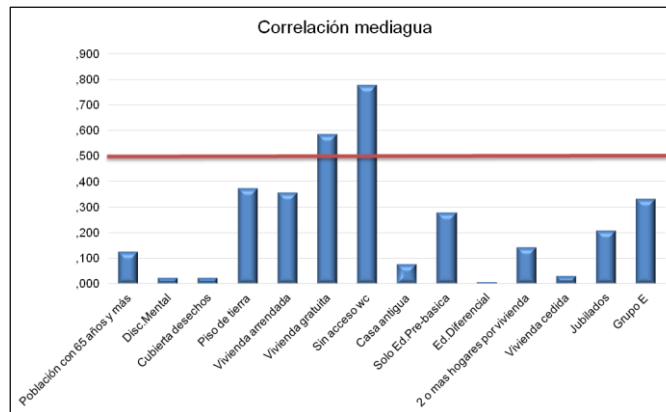


Figura N° 29: Correlaciones variable mediagua

De igual manera, se presentan los resultados obtenidos en relación con las condiciones de precariedad material, a través de la alta correlación entre las viviendas con cubierta de desechos y las viviendas con piso de tierra de un 72%. Junto con los indicadores que representan a las deficientes condiciones materiales, se asocian las viviendas con precarias condiciones de tenencia, expresadas, a través de la vivienda obtenida en forma gratuita. Estas viviendas, se asocian a la vez con la falta de acceso a servicios higiénicos, las que presentan un 57% de significancia con respecto a la correlación.

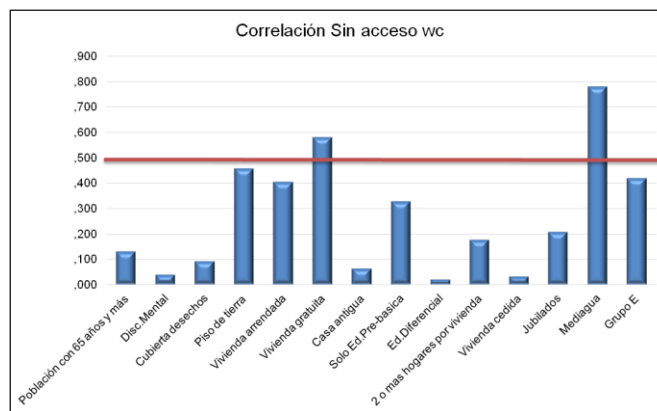


Figura N° 30: Correlación variable sin acceso a servicios higiénicos

Otra correlación presente entre las dimensiones de la vulnerabilidad analizada, son los concernientes a las condiciones de discapacidad de tipo intelectual de la población (Fig. N° 31). Esta dimensión representa las condiciones de vulnerabilidad de las personas con discapacidad mental asociadas a educación diferencial, las que se expresan en un alto porcentaje de correlación de 92%.

Además, de los indicadores materiales y de discapacidad intelectual analizados anteriormente, resulta evidente también la relación entre los indicadores de tipo demográfico, tal como la población mayor de 65 años y la condición económica de este grupo, representada por las personas jubiladas con un 66% (Fig. N°32).

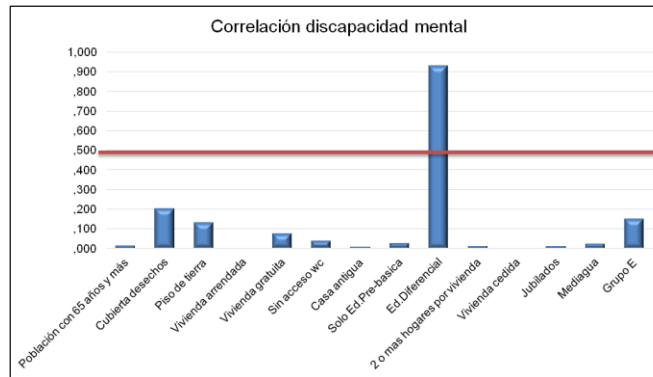


Figura N° 31: Correlación factor discapacidad mental

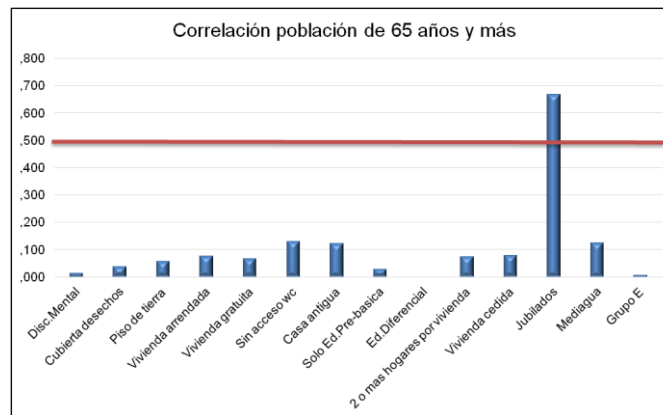


Figura N° 32: Correlación factor dependencia

En relación a la distribución espacial obtenida por las dimensiones de la vulnerabilidad, la Fig. N°33 permite apreciar la tendencia espacial del factor “vivienda precaria”. De las 730 manzanas analizadas, 19 presentan viviendas con muy alta precariedad, lo que se condice con la localización cercana al denominado Cerro Dragón al sur de la ciudad. También, se distribuyen hacia el norte, en la franja del escarpe costero en el llamado campamento Centenario. En general, la mayor cantidad de viviendas en el área de estudio corresponden a un rango bajo de precariedad, definido por la presencia de 672 manzanas, las que se distribuyen en forma homogénea en el área de estudio.

El factor de “discapacidad intelectual”, en la Fig. N°34 se manifiesta, en que el rango más alto de vulnerabilidad se presenta en forma puntual en sólo una manzana correspondiente al distrito Gómez Carreño, mientras que el rango moderado y bajo se distribuyen en forma homogénea y no presenta mayor diferenciación espacial.

En cuanto al factor “precariedad material” (Fig. N°35), como era esperable, muestra una tendencia similar al factor vivienda precaria, ya que los rangos que muestran mayor puntuación se encuentran localizados al pie de la duna Cerro Dragón. En el resto del área de estudio, la mayor cantidad de manzanas se presenta en rango moderado, con un patrón espacial similar hacia el centro y solo en algunas manzanas hacia el sur de la ciudad. El rango bajo de precariedad material se encuentra en un total de 477 manzanas que conforman el 65 % del total analizado.

En la representación gráfica que muestra la cartografía (Fig. N°36) del factor “población dependiente”, se advierte una marcada concentración de las manzanas hacia el norte de la ciudad cuya representatividad se traduce en 5 manzanas con rango muy alto y 44 manzanas con personas jubiladas y mayor de 65 años. Hacia el sur del área de estudio se presenta un patrón espacial homogéneo con 378 manzanas de rango bajo. Esta tendencia muestra una distribución espacial inversa a las condiciones materiales de las viviendas.

La Figura N°37 se refiere a las condiciones de desventaja socioeconómica de la población, en la que se observa una varianza total explicada del 63 %, donde las manzanas pertenecientes a la dimensión “desventaja socioeconómica”, claramente se concentran al Este del área de estudio. No obstante, también se presenta en algunos sectores en el centro de la ciudad. En general la mayor cantidad de manzanas (339) son de rango moderado y 229 corresponden al rango bajo, las cuales se distribuyen principalmente hacia la zona costera y hacia el sur del área de estudio.

El factor “vivienda colectiva” obtuvo una varianza total explicada de 72 %, la que muestra una mayor puntuación en cuanto al rango bajo, con una total de 419 manzanas, las cuales no presentan un patrón espacial diferenciado. Sólo se manifiesta en forma muy puntual el rango alto en sectores con dirección al centro de la ciudad, lo que puede responder a la mayor cantidad de viviendas arrendadas en esa área (Fig. N°38). En cuanto al factor de ocupación de la vivienda, se expresa por un total de la varianza explicada de 80 % (Fig. N°39), la cual se posiciona en la zona norte y hacia el centro del área de estudio, que a la vez coincide con las manzanas representativas de desventaja socioeconómica. El rango bajo registra la mayor distribución territorial con 293 manzanas del total.

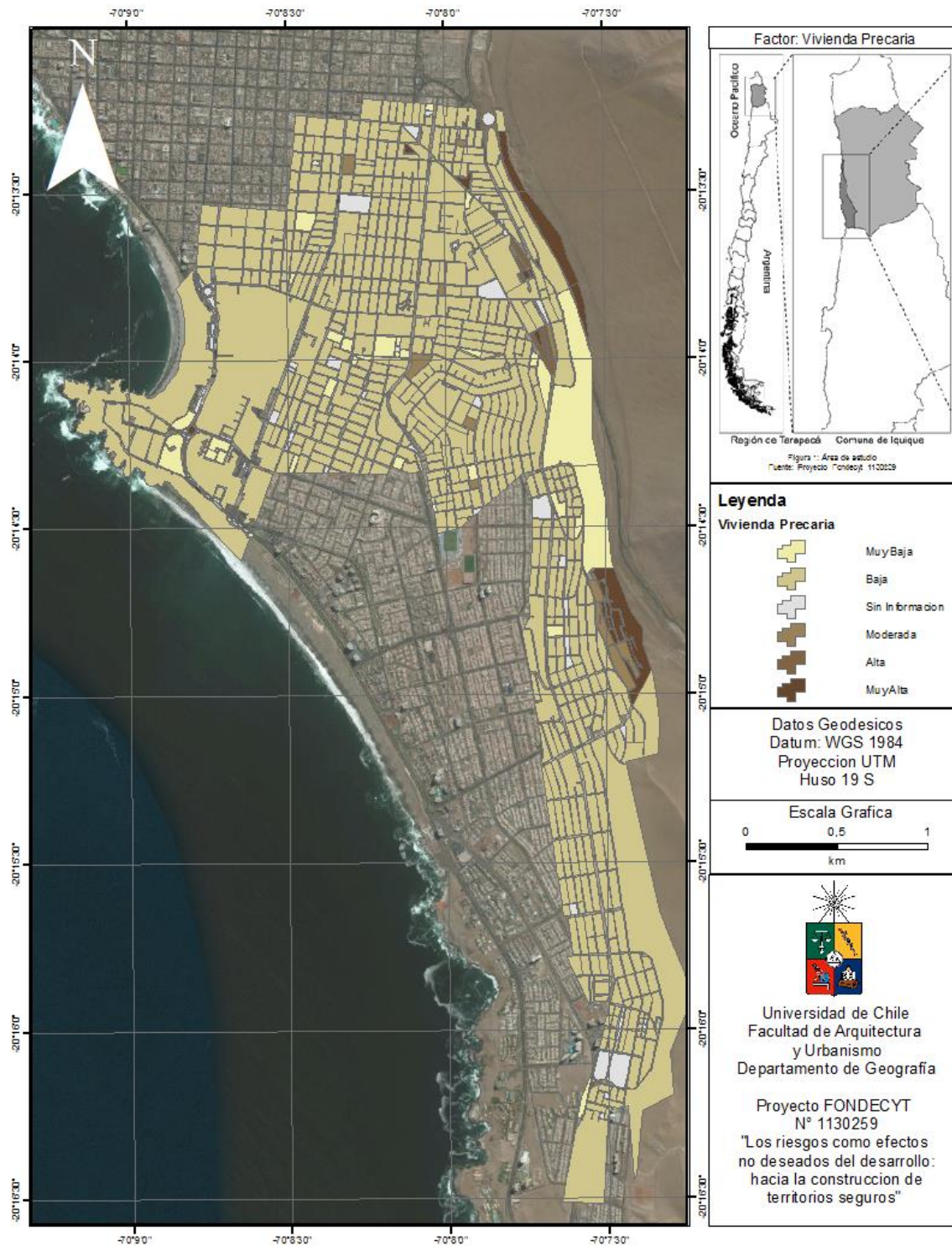


Figura N° 33: Factor vivienda precaria

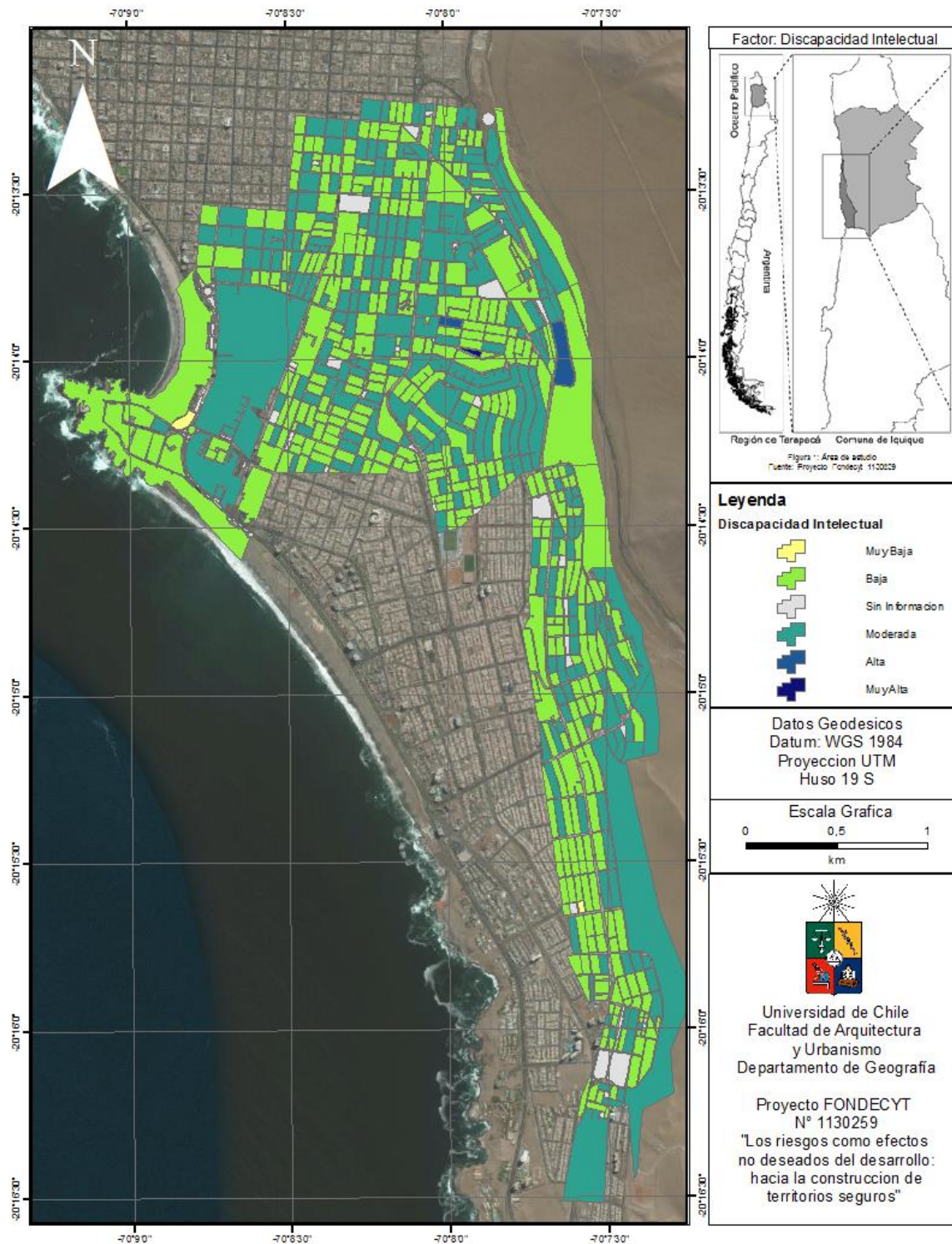


Figura N° 34: Factor discapacidad intelectual

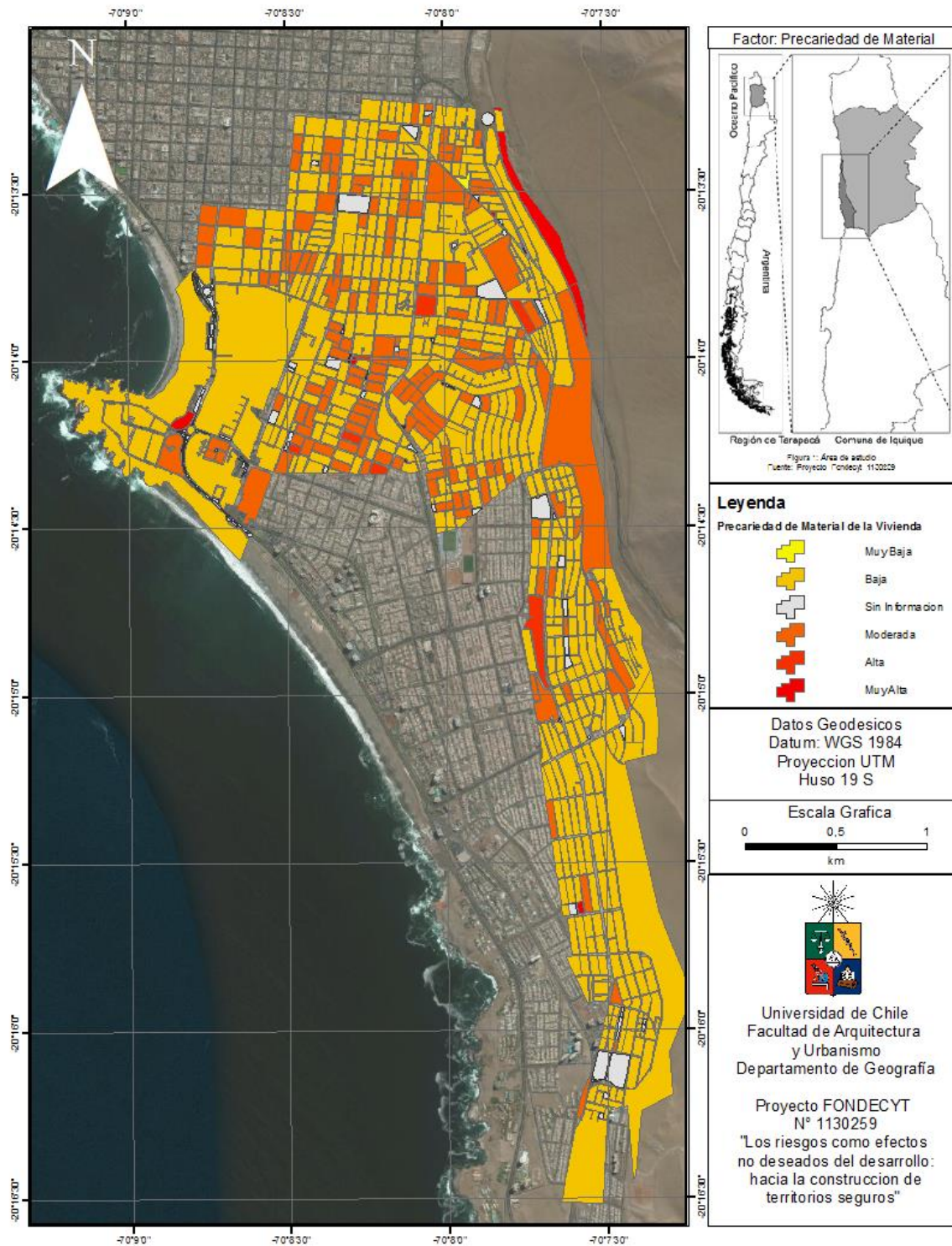


Figura Nº 35: Factor precariedad material

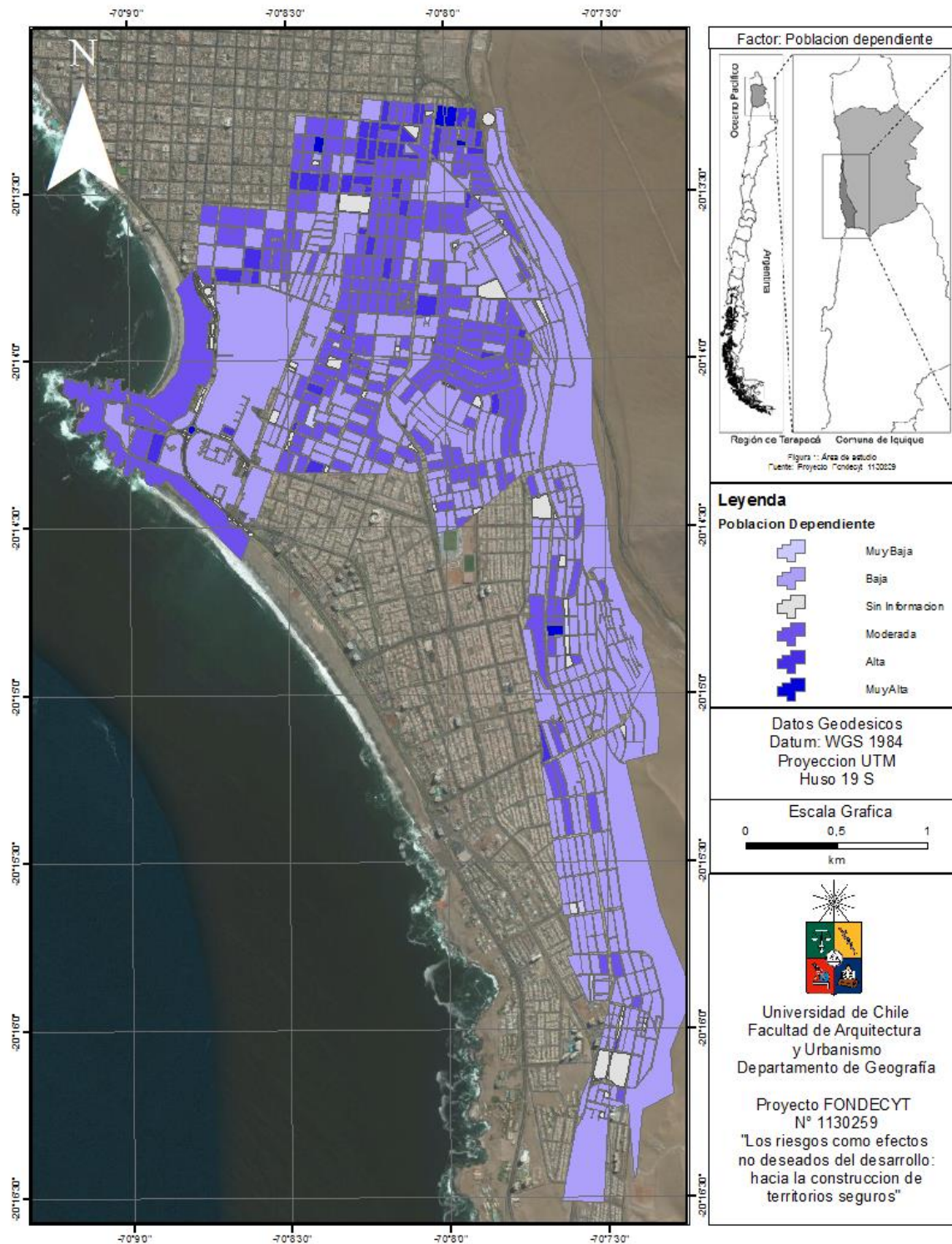


Figura N° 36: Factor población dependiente

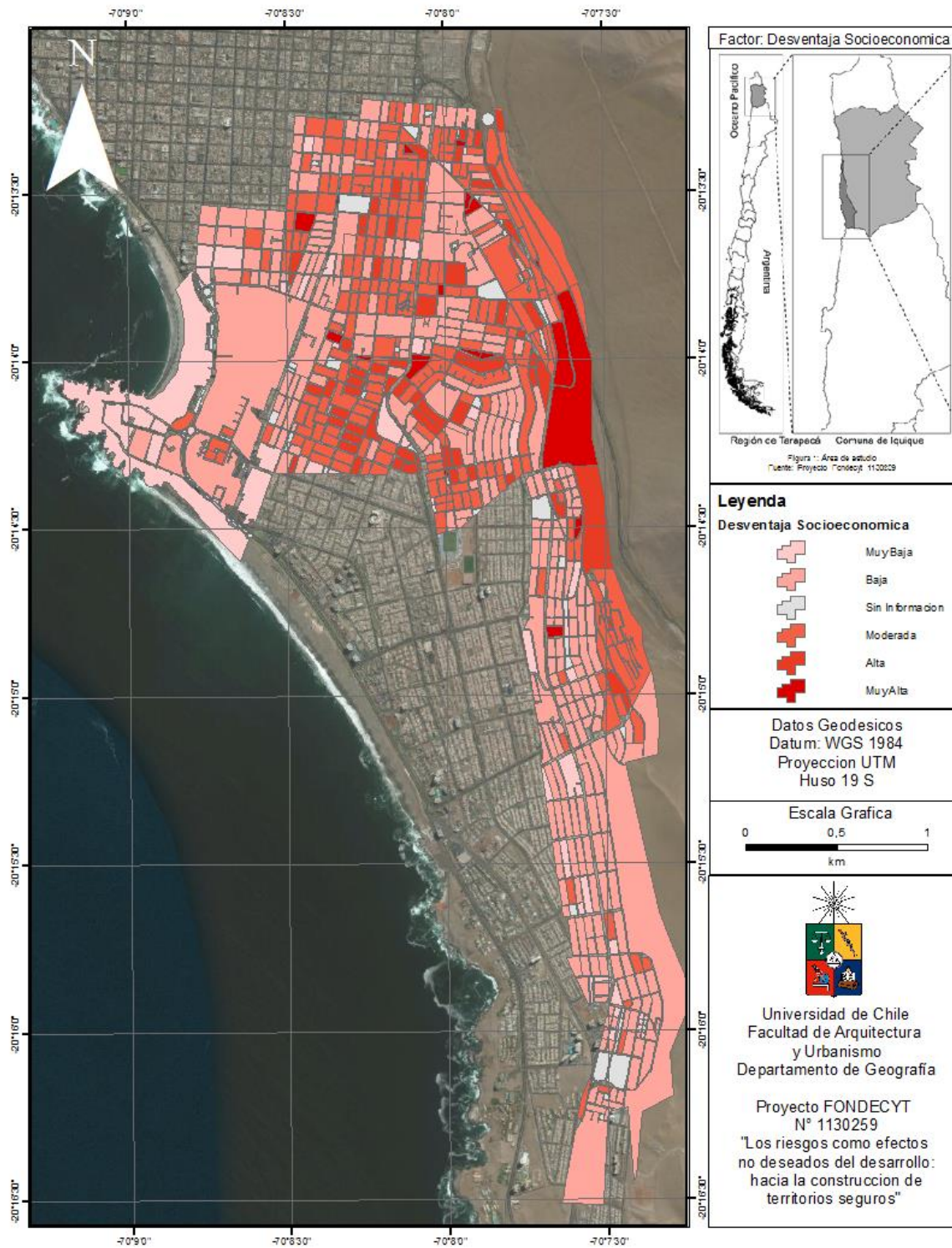


Figura N° 37: Factor desventaja socioeconómica

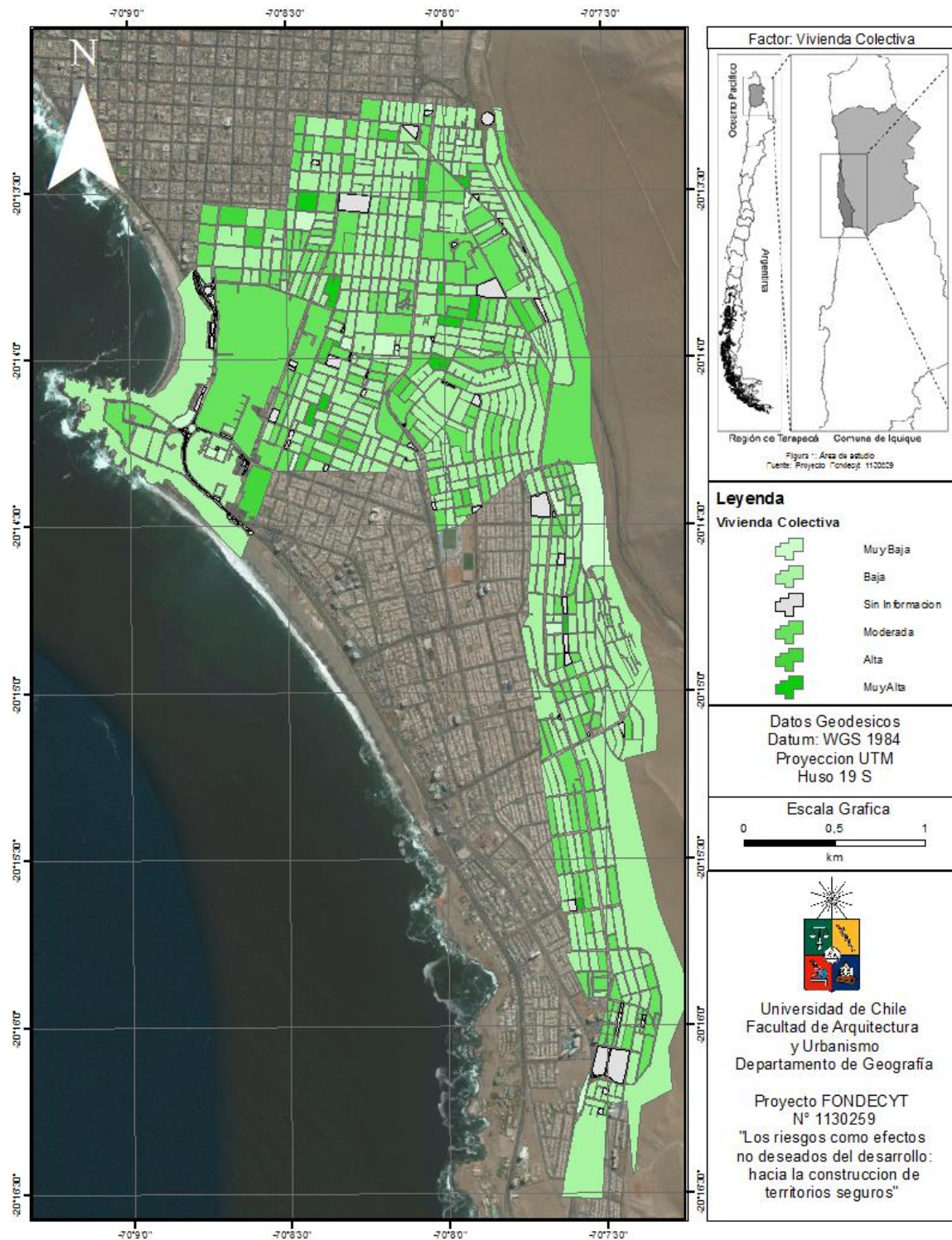


Figura N° 38: Factor vivienda colectiva

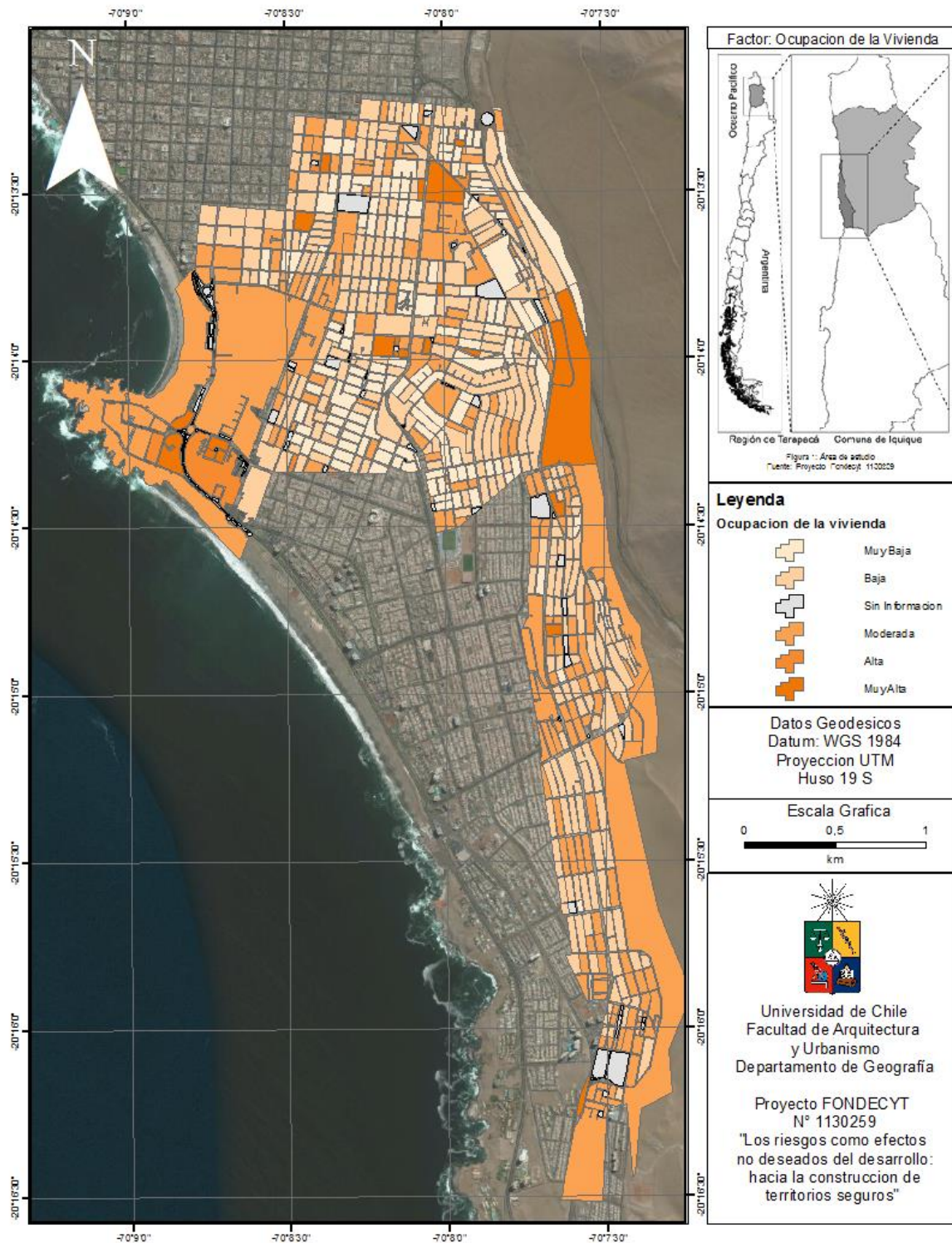


Figura N° 39: Factor ocupación de la vivienda

5.3.2 Dimensiones de vivienda precaria y su distribución espacial.

Hasta el momento, se han identificado los principales componentes de la vulnerabilidad social y se ha realizado un análisis de su distribución espacial en la comuna de Iquique. Dada la cantidad de viviendas afectadas por el último terremoto y la importancia que adquiere este elemento como objeto simbólico de refugio y bien capital para enfrentar eventos extremos, a continuación se presenta la vulnerabilidad asociada a la vivienda precaria.

Al igual que la metodología aplicada anteriormente para determinar los factores de vulnerabilidad social prevalente, en el caso de la vivienda precaria, se utilizan 12 indicadores señalados en el marco metodológico. Estos fueron extraídos de Censo 2002 mediante REDATAM + SP y procesados en software SPSS, para posteriormente aplicar análisis factorial, los que explicaron la varianza total de 78% (Anexo N°4).

Dicho proceso permitió obtener 5 dimensiones que representan los componentes de manera sintética y permitieron explicar las condiciones que conforman la precariedad de la vivienda (Anexo N°5). Las dimensiones resultantes de la vulnerabilidad asociada a vivienda precaria, fueron las siguientes: precariedad material, sin acceso a saneamiento, construcción tipo vernácula, vivienda colectiva y ocupación de la vivienda.

El análisis de los componentes de las dimensiones resultantes se realizó en función de los valores más altos obtenidos, los que se explican en la Tabla N° 24.

Respecto de las correlaciones (Anexo N° 6) que explican los resultados obtenidos, se advierten una elevada relación entre las condiciones de precariedad material de las viviendas y la informalidad de asentamiento. Así, el indicador correspondiente a mediagua se correlaciona en un 58% con viviendas gratuitas dando cuenta del carácter informal de la tenencia de las viviendas. Asimismo, el indicador de “mediagua” se relaciona con la falta de acceso a servicios higiénicos en un 77%. Este último elemento se vincula con el tipo de tenencia correspondiente a viviendas gratuitas con un 57%. También se advierte una fuerte asociación entre viviendas con piso de tierra y cubierta de desechos con un 72%. Respecto al factor representativo de “viviendas de tipo vernácula o tradicional”, también se encuentran asociadas a aspectos materiales precarios, correspondiente a pared de adobe y al concepto de “rancho”, con una correlación de 61%.

Tabla N° 24: Análisis componentes vivienda precaria

Dimensiones	Interpretación
1.-Precariedad material	Se compone de manzanas con viviendas caracterizadas por presentar materiales deficientes y frágiles en su construcción, tal como pared de desechos (.986), cubierta de desechos (.986) y piso de tierra (.764).
2.-Sin acceso a saneamiento	Representa a viviendas vulnerables con carácter de informal como la mediagua (.898) y viviendas gratuitas (.874). Además se adiciona la falta de acceso a instalaciones de servicios higiénicos (.806).
3.-Construcción de tipo vernácula	Se refiere a viviendas antiguas que fueron construidas con materiales tradicionales, tal como el adobe (.918) y que conforma estructuralmente los ranchos (.859).
4.-Vivienda colectiva	Esta dimensión se representa a construcciones antiguas (.885) que albergan a personas en calidad de arrendatarios (.676).
5.-Ocupación de la vivienda	Incluye viviendas cedidas (.775) en calidad de hacinamiento al ser habitadas por 2 o más hogares por vivienda (.689).

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al análisis de la distribución espacial de los factores identificados anteriormente, la tendencia es similar a los factores de vulnerabilidad prevalente.

La dimensión resultante respecto a “precariedad material” involucra los indicadores relacionados con hogares en condiciones frágiles de pobreza. Si bien la distribución espacial de éste factor se expresa en el predominio la puntuación de “rango bajo” y “rango moderado” en el área de estudio, expresado en un total de 519 manzanas, las manzanas de “rango muy alto” se presentan en forma muy puntual y segregada en la zona longitudinal al este de la ciudad (Fig. N°40).

La tendencia anterior coincide con el factor que representa a las viviendas con factor “sin acceso a saneamiento”, con rangos bajos en gran parte del área de estudio (Fig.N°41). Similar distribución se puede apreciar en la Figura N°42, correspondiente al factor “construcción tipo vernácula” 588 manzanas presentan baja vulnerabilidad en el área de estudio a excepción del sector aledaño al escarpe costero.

En el factor “vivienda colectiva” (Fig. N°43), con un 68% del total de varianza explicada, si bien la tendencia espacial muestra el predominio de “rango bajo” con 418 manzanas, aumentan a 202 del “rango moderado”, muestran homogeneidad en la distribución espacial.

La Figura N°44, representa al factor “ocupación de la vivienda”, obtuvo con un varianza total explicada de 78,2 %, la que muestra una tendencia al aumento en la puntuación del “rango muy alto” en la zona costera y longitudinal al este de la ciudad. El rango moderado y bajo de 193 y 293 manzanas respectivamente, muestran una distribución espacial similar en cuanto a cantidad. Sin embargo, no se evidencia un patrón espacial claro en cuanto a su distribución, el cual se presenta disperso.

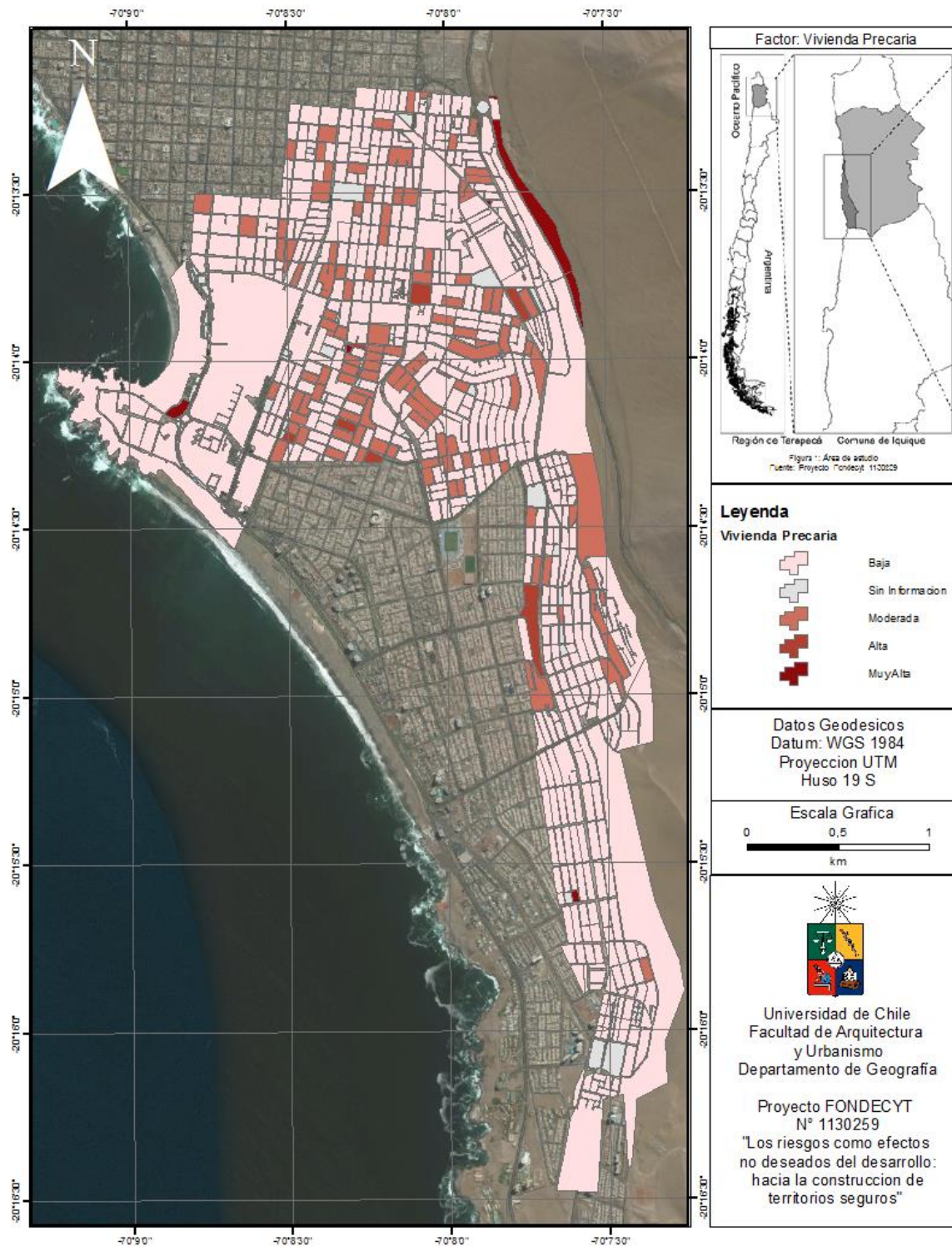


Figura N° 40: Factor vivienda precaria

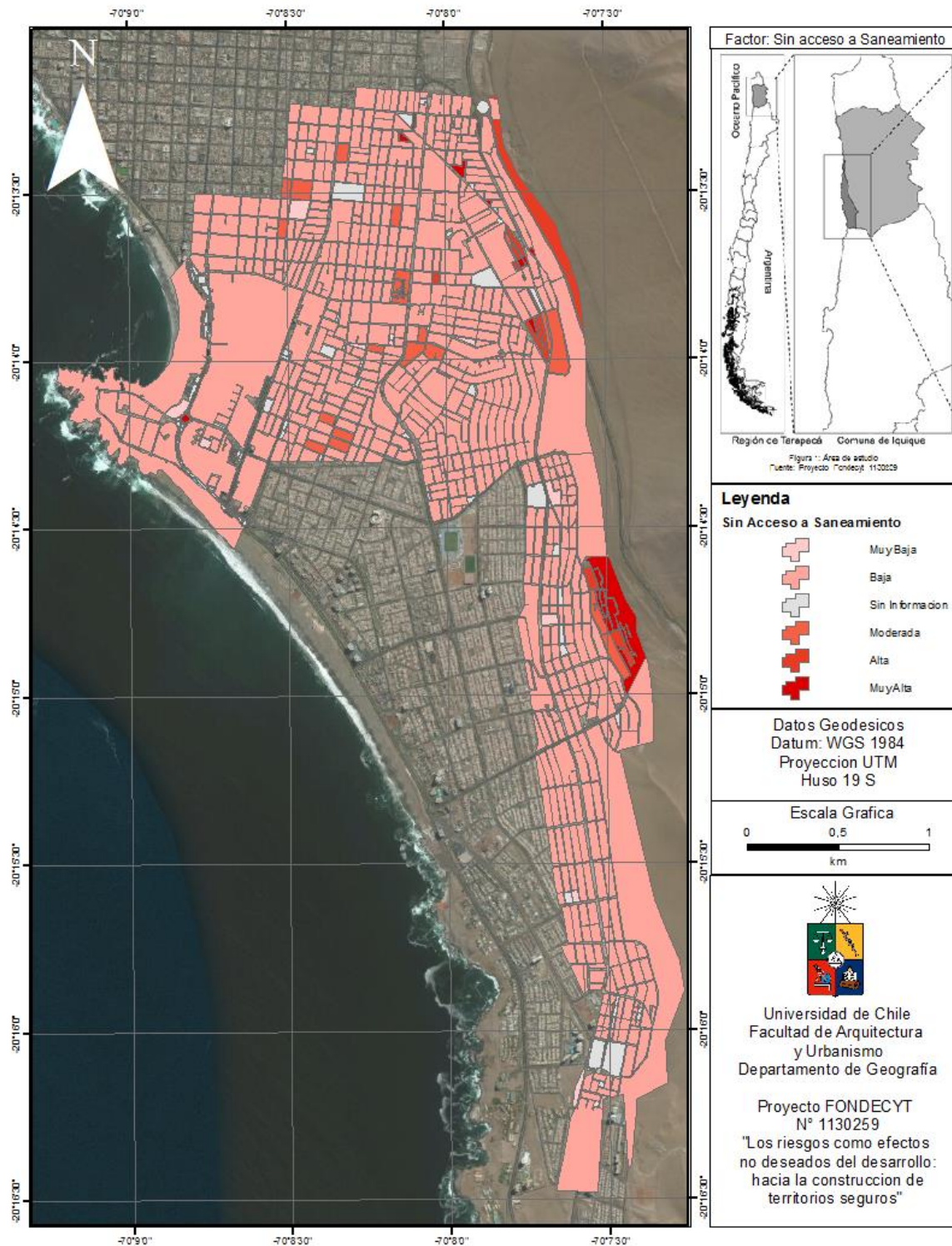


Figura N° 41: Factor sin acceso a saneamiento

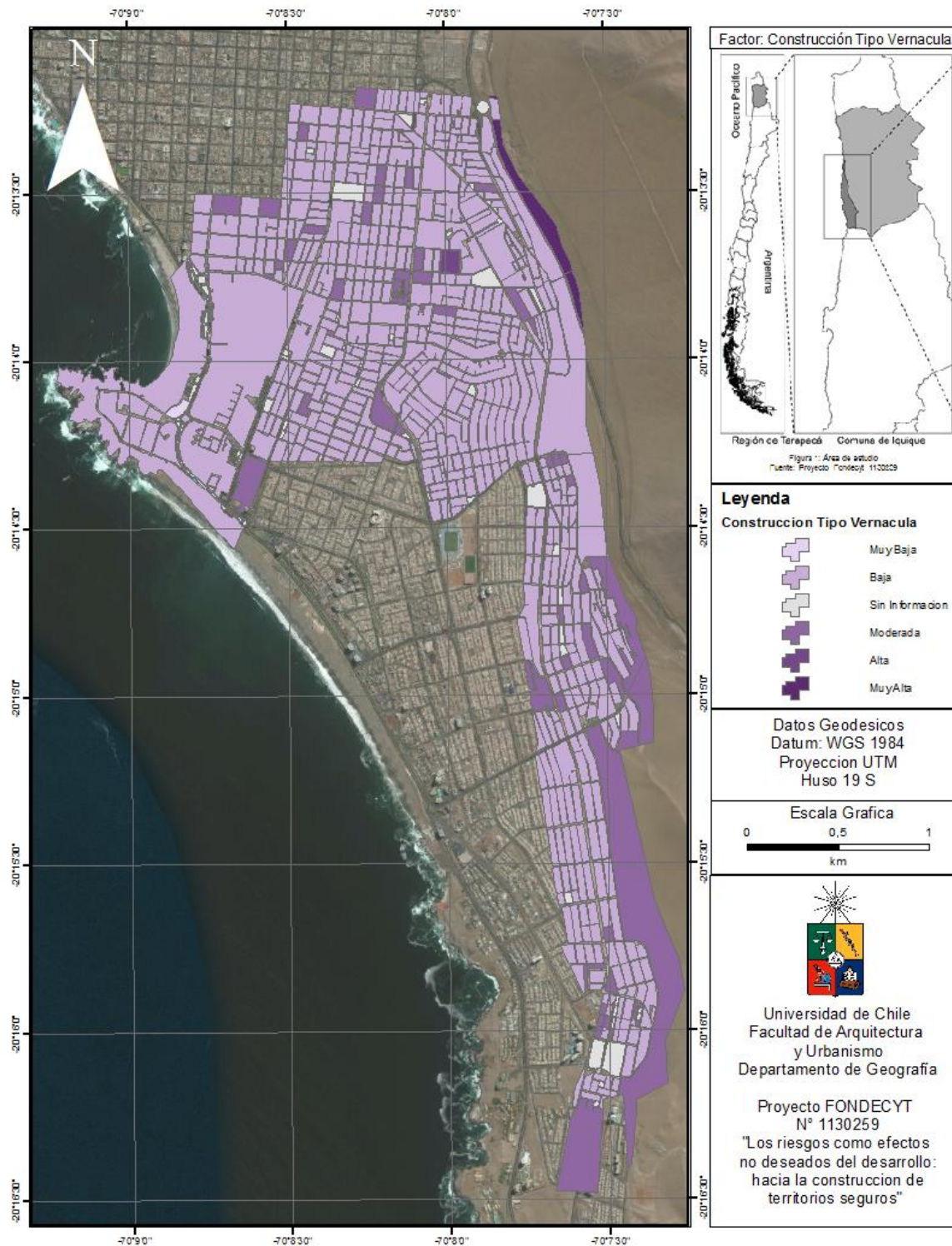


Figura N° 42: Factor construcción tipo vernácula

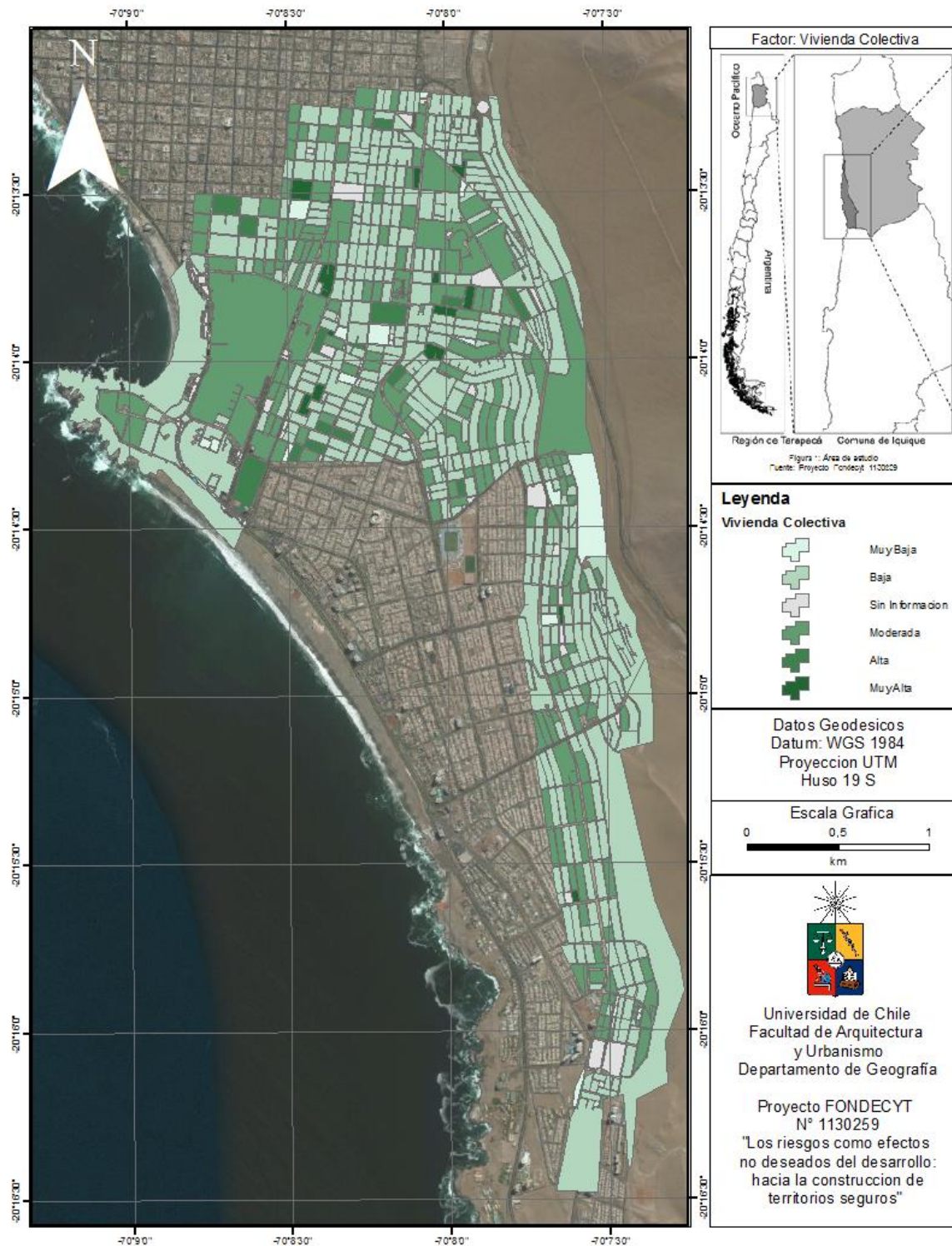


Figura N° 43: Factor vivienda colectiva

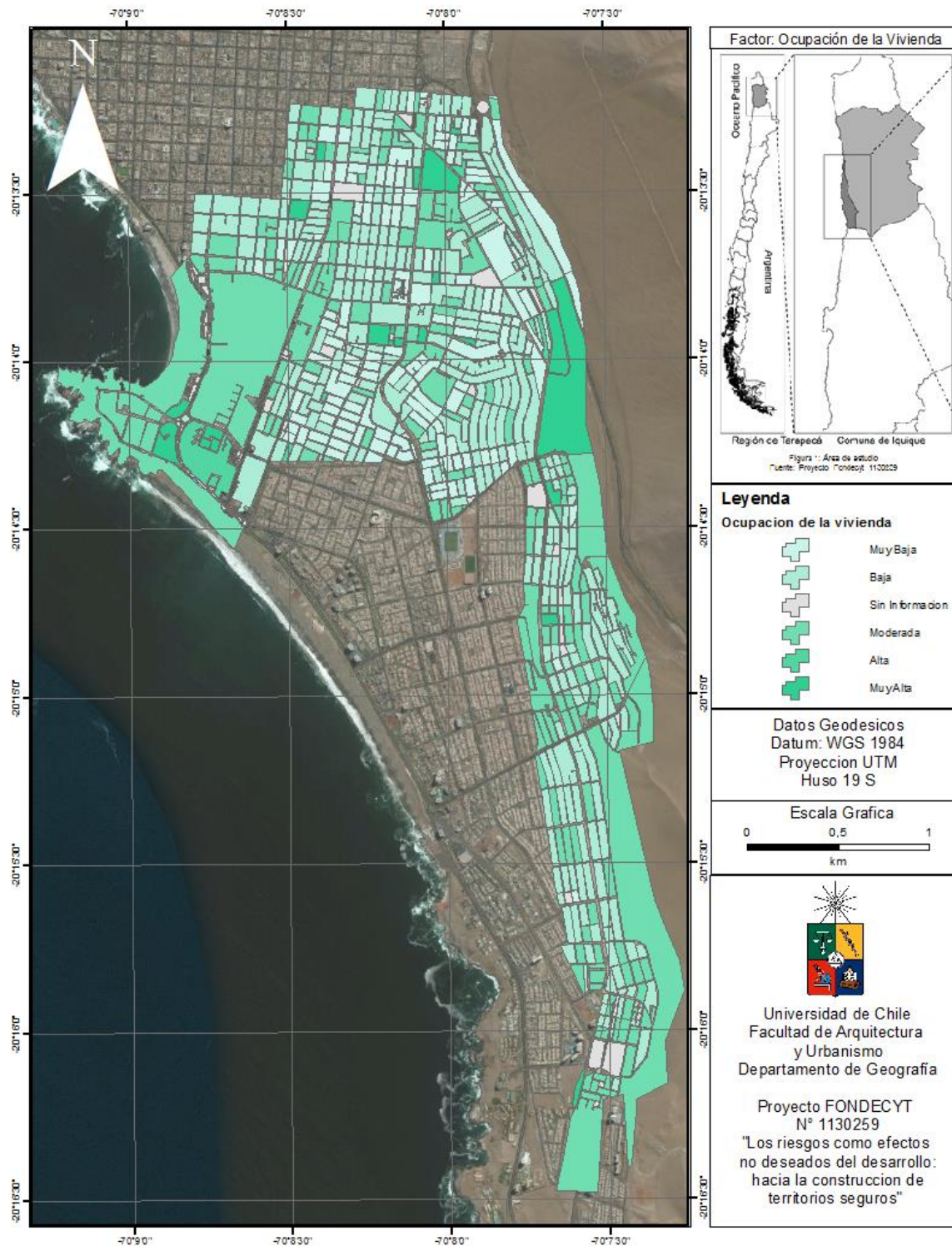


Figura N° 44: Factor ocupación de la vivienda

5.3.3 Estandarización de factores, a través de Puntuación Z

Hasta el momento, se ha analizado el patrón espacial que adoptan las 7 dimensiones que representan a la vulnerabilidad social o prevalente y las 5 dimensiones correspondientes a vivienda precaria (vulnerabilidad residencial), las que fueron obtenidas mediante análisis factorial. Estas dimensiones o factores son representativos de las características que conforman la vulnerabilidad expresada territorialmente en ciertos patrones espaciales que adoptan. De este modo, cuando a estas características que conforman a una sociedad vulnerable se suman a una amenaza determinada en un espacio y tiempo, se conforma la situación de riesgo (CHARDON, 2008).

Estas dimensiones de la vulnerabilidad y vivienda precaria fueron establecidas a nivel cuantitativo, las que presentan máximos y mínimos en forma diferenciada, por lo que se hace necesario integrar los resultados obtenidos para que puedan ser expresados a nivel espacial. Para este efecto, se utilizó el puntaje de estandarización Z, el que resulta útil al comparar dos o más variables en escalas de distintas tendencias, proporcionando una unidad de medida común que permite homogeneizar las variables iniciales en función de medidas de tendencia central.

La Figura N°45 representa la homogeneización a nivel espacial de los resultados correspondientes a la estandarización de los 7 factores resultantes de vulnerabilidad prevalente, tales como vivienda precaria, discapacidad, precariedad material, población dependiente, desventaja socioeconómica, vivienda colectiva y ocupación de la vivienda. El patrón espacial se muestra similar a las cartografías analizadas anteriormente, al concentrar la mayor cantidad de manzanas con mayor grado de vulnerabilidad en las zonas longitudinales de la ciudad y con escasa presencia en algunas manzanas hacia el centro. Estas áreas se caracterizan por presentar la susceptibilidad a perturbaciones externas, tal como amenaza sísmica y deslizamientos resultando vulnerables desde el punto de vista residencial.

En general gran parte del área de estudio presenta rangos de vulnerabilidad de moderado a bajo, no obstante, hay manzanas que presentan rangos muy altos de vulnerabilidad en la zona central, tal como el conjunto habitacional los Alelíos en la línea de costa, cuyas viviendas fueron calificadas como inhabitables luego del terremoto. Además la población que presenta rangos altos de vulnerabilidad está localizada en las zonas aledañas al Cerro Dragón, caracterizados por la fragilidad social expresadas en las viviendas de tipo informal.

En relación a la espacialidad que representan los factores de vivienda precaria, se presenta en la Fig. N°46, los resultados de la estandarización de los factores correspondientes a: precariedad material, sin acceso a saneamiento, construcción de tipo vernácula, vivienda colectiva y ocupación de la vivienda. En el mapa se observa la alta predominancia del rango bajo hacia el sur del área de estudio y moderado en la costa. No obstante, la zona norte del área de estudio presenta rangos altos de vulnerabilidad, los que corresponden a las áreas con mayor antigüedad de la ciudad. Por lo anterior se infiere que existe una mayor cantidad de viviendas antiguas cuyo patrón espacial coincide con la mayor cantidad de población dependiente y en desventaja socioeconómica, según el análisis de vulnerabilidad.

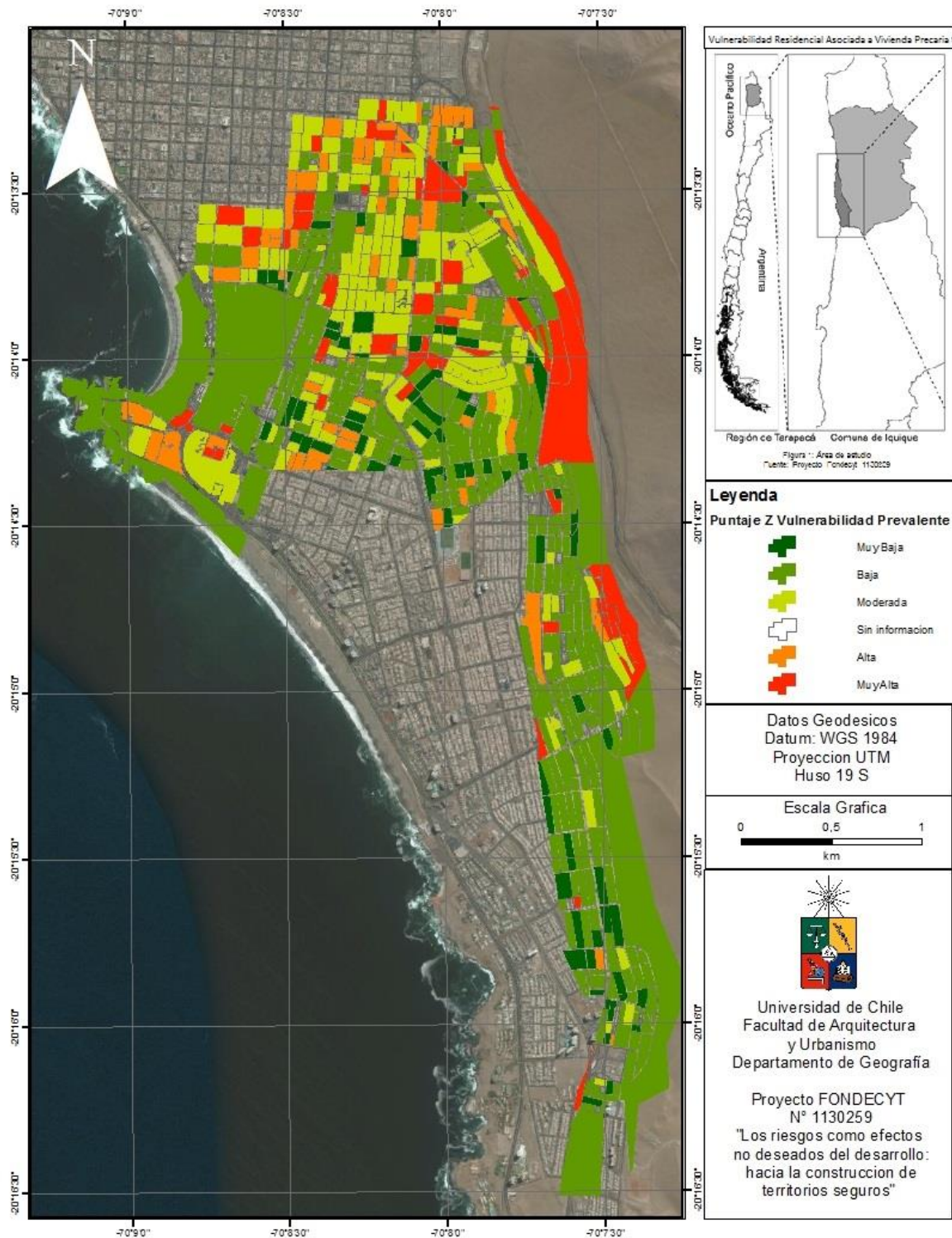


Figura N° 45: Estandarización vulnerabilidad prevalente

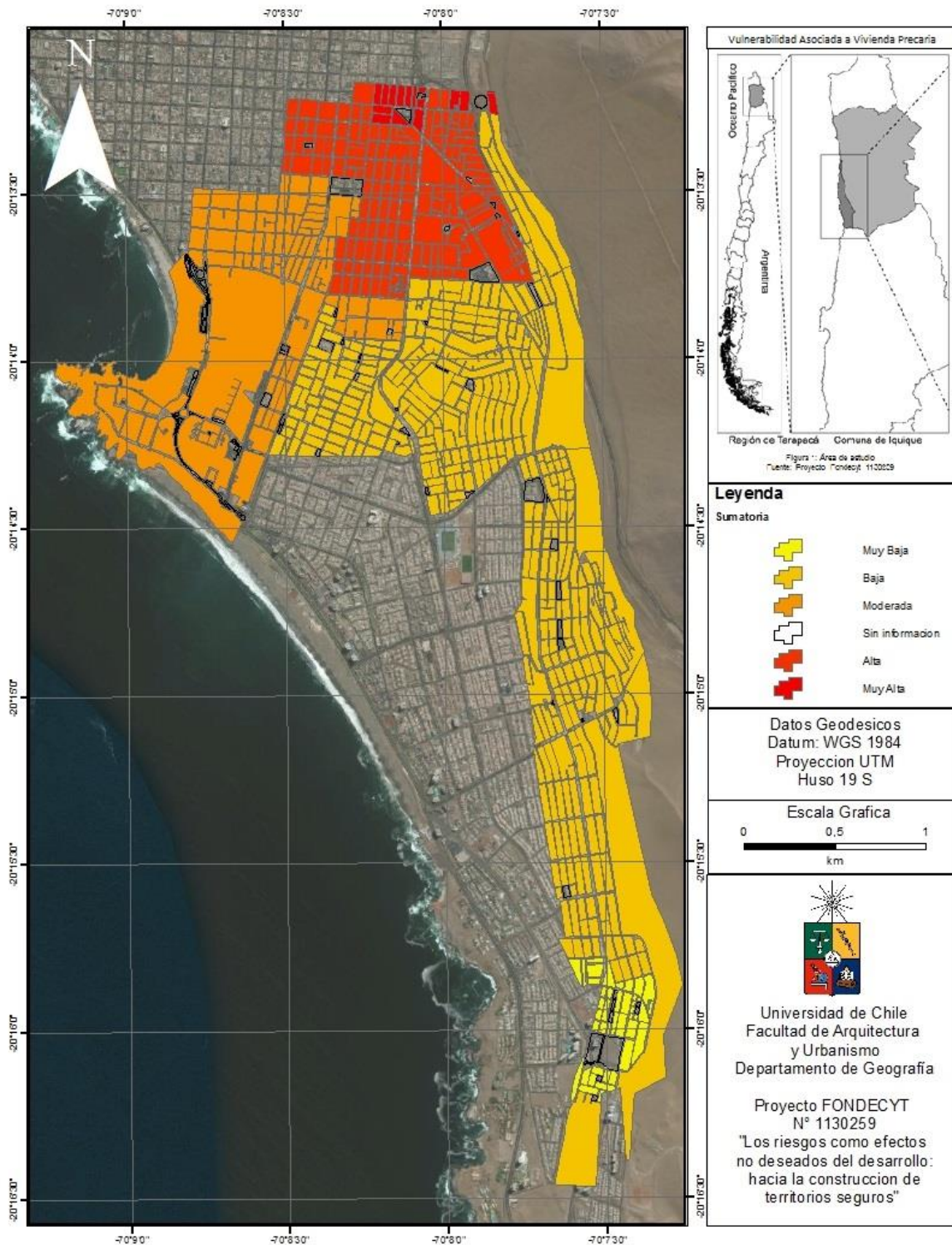


Figura N° 46: Estandarización vivienda precaria

5.4 Exposición asociada a la vulnerabilidad y viviendas precarias

Una vez analizado el carácter espacial y diferencial que adquieren los factores que confluyen en el territorio como expresión de la vulnerabilidad, se procede a identificar la condición de susceptibilidad de peligro a nivel espacial de acuerdo a las amenazas de origen natural presentes en la ciudad de Iquique. En este sentido, el análisis espacial cobra significancia, a través de la identificación de la exposición a amenazas de la población en el área de estudio, asociado al grado de severidad con que afectarían.

La exposición está referida a los sistemas que conforman la población y/o propiedades donde existen amenazas y que podrían experimentar eventuales pérdidas (UNISDR, 2009). En este caso se integra la estandarización de los resultados, a través de puntuación Z, con mapas de riesgos estimados por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015) en el marco del Proyecto Fondecyt N° 1130259. Se describen a continuación las siguientes amenazas de origen natural que contemplan los mapas planteados por CASTRO-CORREA *et al.*, (2015) en la ciudad de Iquique.

- ❖ **Tsunami:** En este mapa se definen la espacialización de las áreas potenciales de ser afectadas por inundación de tsunami, que fueron establecidas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). Dicha institución establece un área máxima de inundación de tsunami es la cota de 30. La estimación fue realizada por SHOA, en base a los registros históricos obtenidos del terremoto y tsunami de 8.5 Mw. del año 1877 (CASTRO-CORREA, *et al.*, 2015).
- ❖ **Deslizamiento:** Corresponde a un análisis en base a las características de terreno proclives a deslizamiento, por presentar unidades morfológicas propensas a remoción en masa localizada en la zona central del escarpe costero.
- ❖ **Amplificación sísmica:** Las áreas identificadas determinan las áreas propensas a amplificación sísmica de acuerdo a las unidades geológicas y características de suelo presentes en el área de estudio.

En las siguientes cartografías se presentan los resultados obtenidos a nivel espacial, donde se integran las amenazas descritas anteriormente, con los resultados obtenidos mediante estandarización de factores correspondientes a vulnerabilidad y vivienda precaria. Los resultados obtenidos son asociados a la vulnerabilidad residencial y obtenido, a través de estandarización de puntuación Z, con el fin de determinar la exposición a amenazas de origen natural (Fig.N°47 y Fig. N°48).

En primera instancia, se identifica que las áreas de inundación de tsunami muestran que las zonas susceptibles corresponden a las manzanas distribuidas en la zona costera en el distrito de Cavanha. En estas áreas se presentan rangos de vulnerabilidad prevalente bajos, no obstante, también se advierte la presencia de manzanas con rangos muy altos de vulnerabilidad correspondientes a edificaciones antiguas. Cabe señalar que actualmente en la zona costera coexisten las edificaciones de gran altura asociadas a estratos socioeconómicos altos, con construcciones antiguas de baja altura, tales como las

pesquisadas en los catastros realizados por MINVU luego del terremoto 2014, las cuales fueron edificadas en el año 1984 aproximadamente. Dado el contexto sísmico y la ubicación geográfica en la zona litoral, la ciudad de Iquique está expuesta a una alta probabilidad de inundación de tsunami por la presencia de la denominada “laguna sísmica”.

Del mismo modo, se advierte que la ciudad está expuesta a procesos de remociones en masas asociadas a deslizamientos de suelo y rocas, localizadas en el sector este de la ciudad, colindante con el escarpe costero. Cabe señalar que los pueden ser también desencadenados por sismos. Tal situación se ve agravada por la presencia de viviendas específicamente en el este del escarpe costero donde se emplaza la ruta A-16 que une Iquique y Alto Hospicio y que fue afectada por el terremoto de 2014.

Para la presente investigación, la exposición a deslizamientos de la población se advierte en las zonas identificadas como de alta vulnerabilidad prevalente cercana a la ruta A-16. Las cuales, como se ha descrito anteriormente corresponden a asentamientos informales que se han ido consolidando a través del tiempo, producto de ocupaciones irregulares en la ciudad.

En el análisis destaca la presencia del “Barrio de transición El Mirador” el cual fue diseñado para acoger a familias cuyas viviendas fueron afectadas por el terremoto de 2014, con el fin de otorgar una vivienda en forma temporal mientras dura el proceso de reconstrucción. Se advierte que la ubicación del Barrio El Mirador se encuentra en una zona de alta susceptibilidad a deslizamiento. Además, dadas las condiciones geológicas, éstas presentan unidades de suelo reciente, las que cubren unidades geológicas más antiguas, tal como las Gravas de Alto Hospicio y Formación Punta Barranco. Las unidades, al estar conformadas por depósitos de tipo eólico, aluvial, coluvial, entre otros, conforman el alto peligro, no solo por la susceptibilidad a deslizamientos superficiales de material no consolidado, sino porque presentan un problema para las actividades antrópicas que se desarrollan, tal como se ilustra en las imágenes tomadas en terreno que se ilustran en la Fig. N°50 y Fig.N°51.

Con respecto a las áreas expuestas a licuefacción por efecto de la composición suelo según la cartografía, los niveles altos abarcan gran parte de la ciudad de Iquique, en especial al este y sur-este colíndate al complejo dunar Cerro Dragón. En esta última unidad, hacia el sur, se advierte un alto grado de exposición a amenaza, si bien se presentan rangos bajos de vulnerabilidad prevalente, se debe tener en cuenta que actualmente esta área presenta un desarrollo inmobiliario en expansión, además de viviendas que están siendo reconstruidos en el mismo lugar donde se emplazaban anteriormente al terremoto de 2014, tal como el caso de la población Las Dunas, seriamente afectada por el terremoto y que aún se encuentra en construcción. Considerando el escenario temporal de los datos con los cuales se realiza el análisis espacial (14 años de antigüedad), en el trabajo de terreno realizado en el mes de octubre de 2015 se advierten las falencias constructivas y materiales en las áreas que se encuentran expuestas a deslizamientos y amplificación sísmica (Fig. N°52 y Fig. N°53). Asimismo, las viviendas de este sector se encuentran expuestas a los efectos por arenas del complejo dunario Cerro Dragón (Fig. 54).

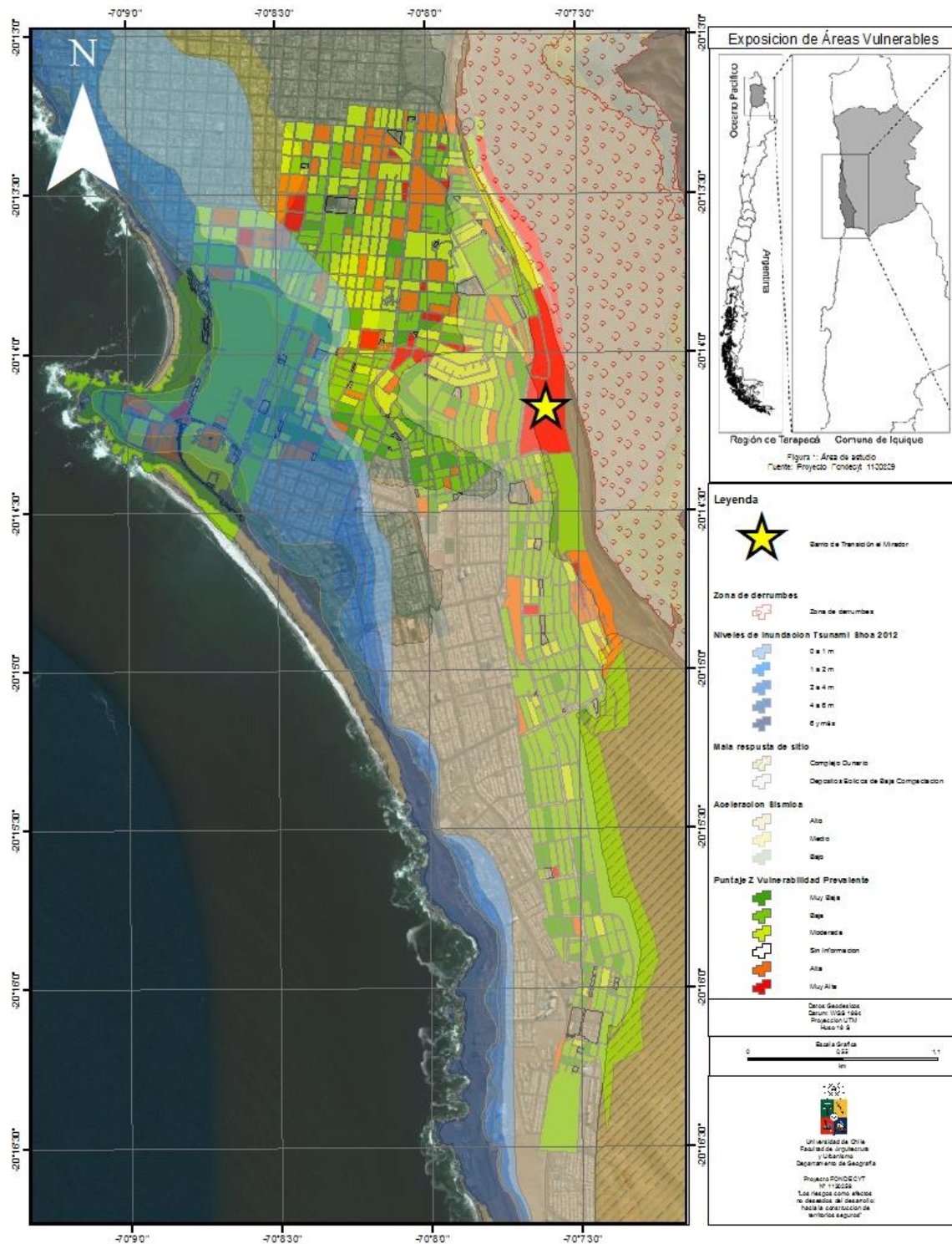


Figura N° 47: Exposición vulnerabilidad prevalente
Fuente: Elaboración propia en base a CASTRO-CORREA et al., (2015)

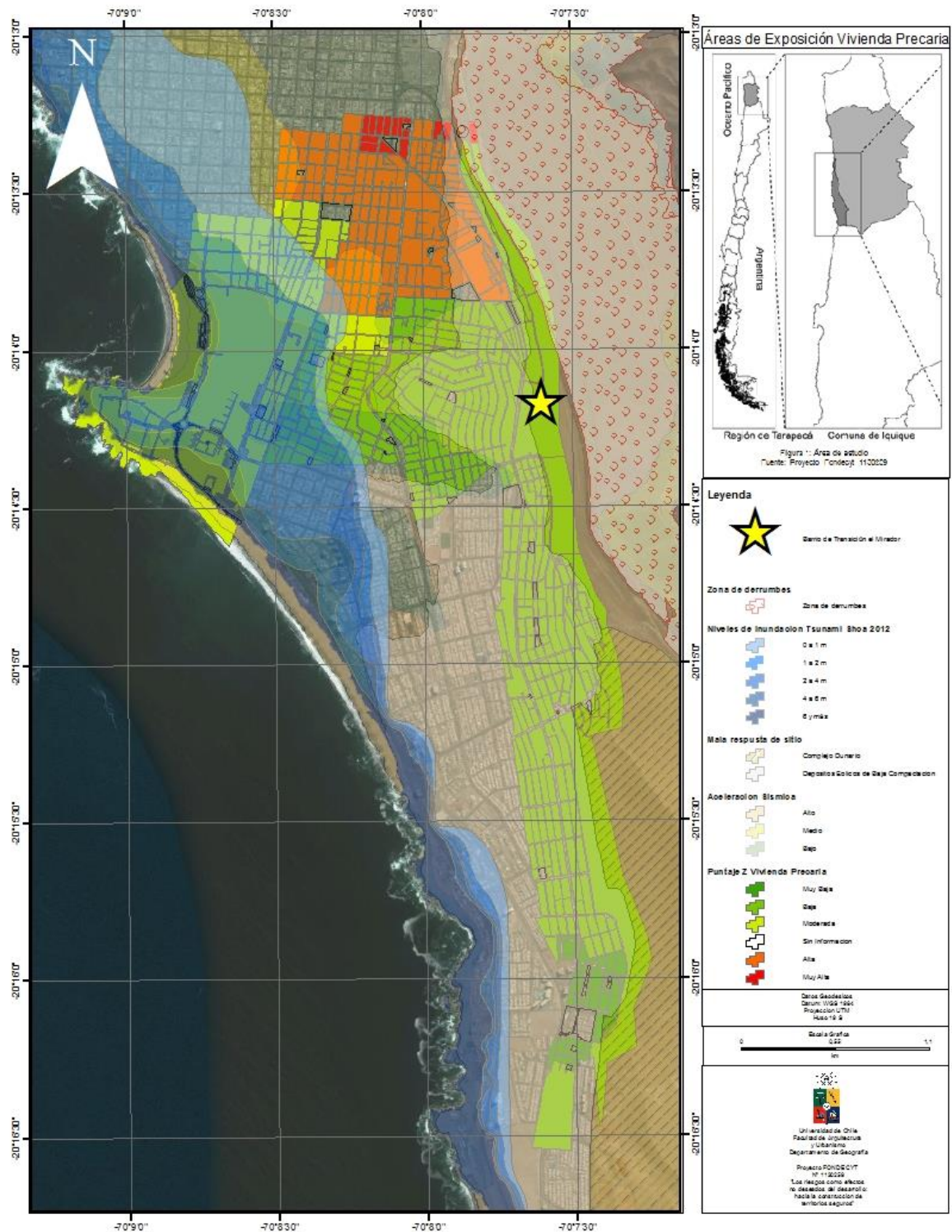


Figura Nº 48: Exposición vivienda precarias
Fuente: Elaboración propia en base a CASTRO-CORREA et al., (2015)



Figura N° 49: Vista, Barrio de emergencia Mirador, ubicado en zona expuesta a amenaza de deslizamiento. Imagen tomada en terreno.



Figura N° 50: Barrio de emergencia Mirador, muros de contención para deslizamientos de material. Imagen tomada en terreno



Figura Nº 51: Autoconstrucción de ampliaciones, en viviendas Barrio de emergencia Mirador. Imagen tomada e terreno



Figura Nº 52: Viviendas precarias aledañas al Cerro Dragón. Distrito censal la Tirana. Imagen tomada en terreno



Figura Nº 53: Precariedad material de viviendas y autoconstrucción de ampliaciones, Distrito censal La Tirana. Imágenes tomadas en terreno



Figura Nº 54: Viviendas afectadas por el deslizamiento de material arenoso, complejo duranio Cerro Dragón. Imagen tomada en terreno

6 CAPITULO VI: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

6.1 DISCUSIONES

Entre las complejidades que enfrentan actualmente las ciudades están las asociadas al modelo económico que han adoptado los países en desarrollo, en los cuales no se considera el binomio de la disponibilidad de suelo y el déficit de vivienda, elementos propios de la expresión territorial que manifiestan las ciudades intermedias como Iquique.

El aumento súbito de población urbana y las falencias asociadas a normativas referentes a planificación urbana repercuten en alguna medida en la calidad de vida y en la cotidianidad de la población y sus viviendas (LAVELL, 1996). Asimismo, como causa subyacente a los modelos de desarrollo en ciudades como Iquique, autores como LAVELL (2001:2) y CHARDON (2002) plantean que a nivel espacial, *“los hábitats urbanos más afectados inevitablemente se correlacionan con la existencia de espacios potencialmente peligrosos, que se caracterizan por presentar densificación de población, bajo nivel de desarrollo económico y alta vulnerabilidad”*.

En este contexto, la ciudad de Iquique, al igual que muchas ciudades latinoamericanas localizadas en zonas costeras, se caracteriza por presentar elementos geofísicos inestables en cuya sinergia converge con fragilidades sociales presentes en el territorio, las que acentúan aún más las condiciones de vulnerabilidad existente. Asimismo, el acelerado proceso de urbanización de la ciudad, como resultante del proceso histórico y económico en la cual se ha visto inmersa, ha contribuido a acentuar las condiciones de riesgo. La acepción anterior se condice con lo señalado por WILCHES-CHAUX (1998:28) quien se refiere a la vulnerabilidad como *“la población que está expuesta a un peligro de resultar afectada por un fenómeno de origen humano o natural llamado amenaza”*.

En la relación a la dinámica, donde se yuxtaponen la vulnerabilidad y medios construidos, Chile es considerado uno de los países más sísmicos del mundo, debido a la ocurrencia de un sismo mayor a 8 Mw cada 10 años, por lo que los periodos de recurrencia sísmica pone a prueba constantemente la resistencia tanto física, como las capacidades de recuperación durante los procesos de reconstrucción. Por lo que la estimación de la vulnerabilidad tanto física, social, como de las amenazas de origen natural, se vuelve una temática relevante a ser considerada en contextos de recuperación. En este sentido, frente a la amenaza sísmica el país ha tenido un desarrollo sostenido asociado a la actualización de las normas técnicas en materia de construcción, tal como la norma de construcción sísmica NCh 433. Of96 de Diseño Sísmico de Edificios, es decir, los esfuerzos han sido enfocados a reducir los efectos de los terremotos frente a estructuras o vulnerabilidad técnica, con el fin de preservar las vidas humanas (WILCHES-CHAUX, 1993:8).

Según la localización de las viviendas afectadas identificadas, así como los efectos producidos por el terremoto sobre éstas, detona la incidencia del proceso de urbanización que ha permitido el crecimiento de la ciudad de Iquique en forma desregularizada. Al respecto, D'ERCOLE & METZGER, (2004:9) señalan que estas áreas de apropiación por

parte de los grupos sociales configuran territorios vulnerables, ya que estos se consideran espacios sensibles que fragilizan futuros asentamientos y transmiten vulnerabilidad al resto del territorio. En este sentido, en alusión a lo señalado por CHARDON (2008), en la ciudad de Iquique se configuran tres elementos esenciales que dan origen a la situación de vulnerabilidad: el tiempo, el espacio y el tipo de amenaza, puesto que las debilidades de la comunidad variarán en función de la amenaza.

Al respecto, autores como WISNER, BLAIKIE, CANNON & DAVIS (2003:70), plantean que la urbanización descontrolada es un factor importante del incremento de la vulnerabilidad, especialmente en los grupos que conforman asentamientos y construyen viviendas en entornos peligrosos. Señalan además que estos patrones de asentamientos actúan como *“factores determinantes en la exposición física de las personas”*. Ante esta premisa, en el área de estudio se configuran asentamientos urbanos que responden a causas históricas de ocupación desregularizada, tal como las poblaciones aledañas a Cerro Dragón en los distritos censales de La Tirana y Tirana Norte, donde se pesquisó la mayor cantidad de viviendas afectadas por el terremoto.

El desarrollo de estos hábitats residenciales han respondido a la forma de ocupación informal, en donde se han configurado el tiempo y territorialidad, dando lugar al desarrollo de viviendas de diversas características que configuran asentamientos precarios con viviendas autoconstruidas (LAVELL, 1994, RUGIERO: 2000).

La revisión bibliográfica realizada evidencia la amplia cobertura dada por entidades técnicas, con respecto a identificar las causas y efectos del terremoto, por lo que se determina desde el espectro físico, una clara diferenciación del suelo y su composición la que tuvo directa incidencia en los efectos en los suelos de fundación sobre las viviendas. Además de la existencia de vicios constructivos y ampliaciones irregulares, los que denotan que a pesar de la existencia de normativa que garantiza la construcción antisísmica, queda en evidencia la falta de fiscalización, del cumplimiento de dicha normativa por parte de las autoridades competentes.

De este modo, los efectos del terremoto de Iquique el 2 de abril de 2014, a pesar de la intensidad de 8.2 Mw, demostraron que hubo buena resistencia estructural de las viviendas de la ciudad. No obstante, uno de los problemas asociados a la afectación de las viviendas fueron las condiciones de suelo existentes, siendo relevante la consideración de este elemento al momento de planificar la ciudad. Cabe precisar, que actualmente la Norma Técnica NCh 433. Of 96, sobre Diseño Sísmico de Edificios se modificó mediante Decreto Supremo Extenso N°406 de (V. y U), el año 2010. Ésta considera la incorporación de la clasificación sísmica del suelo de fundación en unidades o niveles, desde los terrenos de mejor comportamiento (Roca: suelo tipo A), al de mayor exigencia sísmica (De compacidad o consistencia mediana: suelo Tipo E).

Una de las principales dificultades enfrentadas en esta investigación está asociada al análisis integrado de la vulnerabilidad, referidos a los datos de la población en cuanto a las características sociales, demográficas y residenciales en el área de estudio. La dificultad

fue debida a la falta de actualización de los datos de Censo de Población y Vivienda 2002, ya que al no existir otra fuente formal de información hasta el momento, es utilizada de igual manera. Siendo imperiosamente la actualización permanente de estas bases de datos sobre todo a nivel local, ya que tal como plantean CUTTER *et al.*, (2003) y CARDONA (2001) son las condiciones particulares de la población que varían geográficamente, las que acentuarán la producción o reproducción de la vulnerabilidad que incrementan los efectos de eventos extremos, así como los peligros medioambientales.

En este sentido cobra relevancia los datos proporcionados por diversas instancias, tales como organismos gubernamentales como SERVIU y la Ilustre Municipalidad de Iquique, respecto a los catastros realizados luego de acontecido el evento sísmico de Iquique en el año 2014. A pesar de este último punto, otra de las dificultades enfrentadas en la presente investigación, fue el no contar con datos que clasificaran y cuantificaran en forma unificada, los daños producidos a las viviendas por el terremoto, existiendo diferentes fuentes de información no correlacionadas.

Cabe señalar que las instituciones pertinentes que proporcionaron información, tales como Ilustre Municipalidad de Iquique, y SERVIU Tarapacá, elaboraron catastros de viviendas en forma diferenciada. Por lo que resulta relevante, considerar a nivel institucional, la coordinación institucional e intersectorial de los distintos entes involucrados al momento de levantar información, a fin de unificar criterios de evaluación a nivel local, que contribuya y facilite los procesos en contextos de reconstrucción.

La complejidad que enfrenta el desarrollo de futuras investigaciones en torno a determinar las características de la población, gira en torno a la falta de permanente actualización de los datos referidos a elementos cuantitativos y cualitativos que conforman la vulnerabilidad en el territorio. Además, otra problemática que enfrentan actualmente los países, es no disponer de herramientas para realizar el análisis de dichos datos, que permitan situar los fenómenos a nivel espacial. Asimismo, se plantea avanzar en el análisis a escala local de los indicadores de vulnerabilidad que permitan determinar la susceptibilidad de la población a sufrir daños. En esta línea CHARDON (2008) plantea que dadas las condiciones que conforman la vulnerabilidad, éstas se manifiestan en forma dinámica y permanente en el territorio.

A pesar de las limitaciones enfrentadas en la investigación, fue de gran utilidad el método de análisis factorial, el cual permitió sintetizar la información de las variables contenidas inicialmente que da cuenta de la vulnerabilidad en Iquique, las que fueron extraídas de Censo 2002. Según los resultados obtenidos mediante este método, los factores resultantes manifiestan una fuerte tendencia hacia las condiciones residenciales. Lo anterior, se condice con las características de la ciudad de Iquique que presenta una alta tasa de crecimiento y rápida urbanización, favoreciendo las condiciones de susceptibilidad de dichos asentamientos a ser afectados por fenómenos peligrosos y por la fragilidad física de los mismos (CARDONA, 2001:106).

Asimismo, las correlaciones obtenidas mediante análisis factorial indican que las condiciones materiales de las viviendas están estrechamente relacionadas con condiciones

de precariedad, propia de asentamientos informales. Las condiciones de dependencia de la población adulto mayor a nivel espacial están en estrecha con relación las desventajas socioeconómicas, factores que limitan las estructuras de oportunidades y la capacidad de movilizar activos de las personas, los que influyen finalmente en su bienestar. Al respecto KATZMAN (2000: 281) se refiere a la vulnerabilidad como aquella *“incapacidad de una persona o de un hogar para aprovechar las oportunidades, disponibles en distintos ámbitos socioeconómicos, para mejorar su situación de bienestar o impedir su deterioro”*, situación en directa alusión al resultado obtenido.

Considerando la desactualización temporal de los datos en la distribución espacial, si bien, los factores obtenidos asociados a población vulnerable no guardan necesariamente directa relación con los sectores más afectados por el terremoto, denotan condiciones igualmente vulnerables, lo anterior en alusión a lo señalado por ROMERO & MASKREY (1993:8) quienes se refieren a que falencias económicas propician situaciones de riesgo, limitando la creación de un hábitat adecuado. En este sentido, si bien, en la zona centro del área de estudio no hubo gran cantidad de viviendas afectadas, en éstas zonas se aprecia a nivel espacial, población con desventajas socioeconómicas y demográficas, cuyas características se relacionan con la incapacidad de las personas y hogares de movilizar activos, por lo que ven dificultada su capacidad de recuperación frente a un evento extremo (RODRIGUEZ (2000:17).

En relación a la vivienda y su entorno LARRAÑAGA (2007:11) señala que este elemento es determinante en la calidad de vida y bienestar social, así como indicador de carencias, más allá de la dimensión cuantitativa de la pobreza. La utilidad del análisis de los elementos que conforman la vulnerabilidad en la ciudad de Iquique, radica en que se identifican las determinantes de la estructura social que configuran el modelo de desarrollo social y económico predominante, y el riesgo en sus diferentes acepciones. En este sentido, la ciudad de Iquique ha presentado patrones de desarrollo diferenciados espacialmente, como consecuencia de la complejidad de los factores territoriales en el cual se desarrolla, lo que coincide con la afirmación de UNISDR-GAR, (2013) en cuanto a que *“si un país ignora el riesgo de desastre, lo que hace es debilitar su propio potencial de desarrollo social y económico”*.

La complejidad de la medición de la vulnerabilidad involucra la actualización permanente de las bases de datos, para el área de estudio esto se vuelve relevante considerando la localización geográfica y los recientes fenómenos migratorios. Por lo anterior, se considera necesario la inclusión de indicadores que aborden e identifique problemáticas propias de cada territorio. Para esto resultó útil la homogeneización de los datos aportados por análisis factorial, en cuanto a identificar las dimensiones representativas de la vulnerabilidad, al igual que la vivienda precaria y la expresión territorial que adquieren a nivel espacial.

Finalmente, al identificar las áreas de mayor exposición, denota la presencia de viviendas de transición destinadas a familias afectadas luego del terremoto de 2014, localizadas en el “Barrio de emergencia Mirador”, el cual se encuentra expuesto a amenaza de deslizamiento. Esto coincide con lo expresado por OLIVERA y GONZÁLEZ (2010:56), en el denominado *“Ciclo de Reproducción del Riesgo”*, al respecto señalan, que en la fase de

respuesta de la emergencia post-desastre, como en la reconstrucción, se toman una serie de medidas que necesariamente no solucionan la vulnerabilidad original, incluso pueden aparecer nuevos riesgos, lo que repercute en un retraso en el desarrollo local sostenible del medio construido.

Cabe señalar, que para el área de estudio la urbanización y la falta de espacio para la construcción de viviendas, ha conformado particularmente parte de las denominadas “*presiones dinámicas*” al este y sur de la ciudad de Iquique, las que se traducen en formas particulares de inseguridad expresadas en tiempo y espacio, que junto con la presencia de amenazas genera nuevas condiciones de riesgo (BLAIKIE, 1996:30).

6.2 CONCLUSIONES

La ciudad de Iquique se localiza en un complejo escenario de riesgos debido a las condiciones geográficas y geológicas litorales en el que se emplaza la población, por lo que posee una alta susceptibilidad a la influencia de amenazas de origen natural. En este escenario se conjugan elementos sociales y físicos susceptibles de ser afectados, tales como la precariedad de la vivienda en algunos sectores de la ciudad, que complejizan aún más el proceso de reconstrucción al ser un factor esencial de la calidad de vida de sus habitantes en condiciones vulnerables.

Al identificar las áreas que fueron afectadas por el sismo de 2014, se evidencia que los daños en las viviendas se distribuyeron en forma diferenciada en el área de estudio. La mayor afectación se aprecia en las viviendas ubicadas al este de la ciudad, al pie del escarpe costero y al norte del complejo dunario Cerro Dragón. Las viviendas dañadas corresponden en un 62% a departamentos versus un 32% de casas, en su mayoría de dos pisos. Éstas corresponden a viviendas sociales localizadas principalmente en los distritos censales de La Tirana y Tirana Norte. En el centro de la ciudad, las viviendas afectadas se distribuyen en forma dispersa.

Hasta el año 2015, según las imágenes satelitales analizadas, los sectores que permanecen con viviendas demolidas corresponden a la población Las Dunas, Bellavista y Mauque. Para el año 2016, las poblaciones que permanecen en estado de demolición son el conjunto habitacional Las Dunas sólo con un 2,2% de avance en reconstrucción y el conjunto habitacional Las Quintas con un 99% en estado de demolición.

Los principales efectos del sismo sobre las viviendas tipificadas como inhabitables, fueron daños en muros y pisos. De acuerdo a la localización se agruparon en los siguientes efectos: distrito censal La Tirana y La Tirana Norte: los muros presentaron fallas de corte, agrietamientos y desplomes, además, ampliaciones irregulares construidas sobre material ligero resultaron colapsadas. El asentamiento de las viviendas y de muros ocurrió por efecto de desplazamiento de suelos que produjo entre otras consecuencias, desprendimiento de fachadas, desplazamiento de pisos, de muros de contención y asentamientos de antejardines. En el distrito censal Caupolicán los daños se produjeron solo en muros tales como, grietas diagonales, desprendimiento de ladrillo y fisuras en muros perimetrales. Similar situación se evidenció en el distrito censal de Cavanha, en el cual los daños se remiten a desplazamientos de muros medianeros y divisorios, además de presentar grietas y fisuras en el encuentro de muros que conforman los departamentos. En el distrito censal Gómez Carreño, la población Mauque resultó con colapso total de sus viviendas.

Con relación a las causas físico-naturales que incidieron en el grado de pérdida de las viviendas, se evidencia que las catalogadas como inhabitables por SERVIU se concentran en la zona de alto nivel de licuefacción, debido a las condiciones de amplificación sísmica de los suelos. Asimismo, los suelos que conforman los asentamientos afectados son compuestos por depósitos eólicos y aluviales, situación que incide en la susceptibilidad de amplificación sísmica.

El efecto inmediato del terremoto sobre las estructuras, se evidencia en los edificios de 2 a 5 pisos por sobre las construcciones de baja altura, mientras que los edificios de 20 pisos, no tuvieron mayores problemas estructurales ya que corresponden a edificaciones contemporáneas y ceñidas a las modificaciones de la norma chilena oficial de Diseño Sísmico de Edificios NCh 433 Of.96.

Es así que un factor importante a considerar es la antigüedad de los conjuntos habitacionales. Los años de edificación de las viviendas afectadas, fluctúan entre 1985 y 1994 con una antigüedad relativa entre 20 y 30 años, periodo en el cual la norma de cálculo antisísmica NCh 433 Of.96 no se encontraba actualizada, por lo que estas viviendas, carecen de exigencias en cuanto a normativa. Por otro lado los informes técnicos analizados evidenciaron además falta de mantención de las estructuras, en especial en los muros de contención que al encontrarse corroídos contribuyeron al derrumbe de estos. Otro factor fue que incidió en los daños más significativos, fueron la falta de cimientos adecuados para contener los muros de mampostería, falta de elementos de sujeción y baja resistencia de material de relleno que sostenían a las viviendas. En el caso del complejo dunario Cerro Dragón, la composición sedimentológica calcárea y las sales solubles de los suelos, aumentaron el riesgo soportar capacidad de asentamientos, inducidos tanto por el enorme potencial de corrosión como por infiltraciones de agua, producto de la actividad antrópica.

En relación al análisis de la vulnerabilidad social prevalente de las áreas afectadas, las dimensiones o factores principales según este estudio, corresponden a vivienda precaria, discapacidad, precariedad material, población dependiente, desventaja socioeconómica, vivienda colectiva y ocupación de la vivienda. De acuerdo a la distribución espacial de las variables, se evidencia la presencia de rangos altos y muy altos de vulnerabilidad asociada a desventaja socioeconómica, esta fragilidad está representada por el grupo socioeconómico E. Otro aspecto es la presencia de viviendas colectivas con rangos de vulnerabilidad altos, en especial hacia la zona norte del área de estudio. Este factor se asocia a viviendas arrendadas de población que habita en forma temporal, lo que involucra cierto desarraigo al territorio. En este sentido también el factor predominante del área es la dimensión referida a la ocupación de la vivienda, donde se evidencia la condición de hacinamiento vinculada con la fragilidad social de una familia y el desarrollo satisfactorio de la vida cotidiana.

En los conjuntos habitacionales afectados se observan rangos de vulnerabilidad social de moderado a bajo, a excepción de los conjuntos habitacionales de Las Quintas I, II, III y Quintas Palmeras, que fueron clasificados como de rangos alto y muy alto de vulnerabilidad, asociados a factores de desventaja socioeconómica y población dependiente.

Al caracterizar la precariedad de la vivienda, las dimensiones resultantes se relacionan con la carencia de condiciones aptas para el adecuado desarrollo de la calidad de vida, las que se expresan en un ambiente físico ambiental deficitario, que no permite la satisfacción de las necesidades básicas del ser humano. Estas dimensiones son: precariedad material de la vivienda, sin acceso a saneamiento, construcción tipo vernácula, vivienda colectiva y ocupación de la vivienda. La mayor precariedad de la vivienda se observó al este de la ciudad.

Los sectores comprendidos en los distritos censales de La Tirana y Tirana Norte que concentraron la mayor cantidad de viviendas afectadas por el terremoto de 2014, evidencian un rango alto y moderado de vulnerabilidad residencial asociado al factor ocupación de la vivienda, caracterizadas por condiciones de hacinamiento de la población, mientras que el resto del área de estudio denota una homogeneidad en cuanto a la distribución espacial del factor vivienda colectiva, éstas se vinculan con viviendas que albergan a arrendatarios en viviendas antiguas. La distribución espacial del factor antes mencionado, se manifiesta principalmente al centro de la ciudad.

En cuanto a la homogeneización de los factores obtenidos de vulnerabilidad social prevalente, a través de puntuación Z estandarizada, estos muestran una diferenciación social y residencial en la ciudad. Si bien, las áreas afectadas por el terremoto fueron focalizadas en determinados conjuntos habitacionales, éstas no responden necesariamente a las áreas más vulnerables desde el punto de vista residencial. Por lo tanto, de acuerdo los resultados obtenidos en la investigación, la hipótesis se cumple en forma parcial, ya que según los datos extraídos de Censo año 2002, los sectores afectados muestran rangos moderados y bajos asociados a vulnerabilidad y precarización de la vivienda, a excepción de los sectores caracterizados por viviendas informales correspondientes a campamentos, que presentan altos niveles de vulnerabilidad y deficiencias asociadas a precariedad material, tenencia y acceso a saneamiento deficitario.

Finalmente, respecto a la exposición a tsunamis, se debe mencionar el distrito censal de Cavanha con alto grado de susceptibilidad a inundación. Cabe señalar que actualmente coexisten en esta zona, edificios de gran altura asociados a estratos socioeconómicos altos, con edificaciones antiguas identificadas como socialmente vulnerables, tal como el conjunto habitacional Los Alelíos afectado por el sismo 2014.

Las zonas con mayor vulnerabilidad social prevalente y viviendas precarias son las localizadas al este del área de estudio que corresponde a la zona de mayor exposición a remociones en masa, mientras que las manzanas clasificadas cualitativamente como de rangos moderados de vulnerabilidad se distribuyen hacia el sur-este, en las poblaciones colindantes al complejo dunario Cerro Dragón, donde se localizan los suelos de mayor susceptibilidad de licuefacción.

La vulnerabilidad se ha convertido en un elemento esencial de los estudios referidos a identificar las condiciones sociales, económicas y residenciales de quienes componen el territorio y que ven dificultada sus posibilidades de recuperación frente a un evento extremo. Por esto, son relevantes los estudios que identifiquen a nivel espacial los patrones de distribución de la población expuesta, que puede ser afectada por los impactos ocasionados por eventos de origen natural, riesgo resultante de los procesos provocados por el modelo de desarrollo vigente.

7 CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA

ANEAS DE CASTRO, S. D. (2000). *Riesgos y peligros: una visión desde la geografía. Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, (4), 60. [ISSN 1138-9788] [Recuperado: 30 de abril 2016]. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>

ARIAS, A. (1970). *Measure of Earthquake Intensity*. Santiago de Chile: Massachusetts Inst. of Tech., Cambridge. University of Chile.

ARGUELLO-RODRIGUEZ, M. (2004). Riesgo, vivienda y arquitectura. [Recuperado: 30 de abril 2016] *Disponible en <http://www.desenredando.org/public/articulos/index.html>*.

ARRIAGADA, L. C. (2003). *La dinámica demográfica y el sector habitacional en América Latina*. CEPAL. 59pp

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID). (2015). *Indicadores de Riesgo de Desastre y Gestión de Riesgos*: Banco. Programa para América Latina y el Caribe: Chile.

BARRIENTOS, S. (2014). Informe Técnico Terremoto de Iquique, Mw=8.2, 1 de abril de 2014. Centro Sismológico Nacional. Universidad de Chile.

BECERRA, A (2014). *Seismic Microzoning Of Arica and Iquique, Chile*. Alix Becerra Téllez. Thesis submitted to the Office of Research and Graduate Studies in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Engineering.

BECERRA, A, L. PODESTÁ, R. MONETTA, E. SÁEZ, F. LEYTON, & G. YÁÑEZ. (2014). *Microzonificación Sísmica de las ciudades de Arica e Iquique, Chile*. Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Pontificia Universidad Católica. VIII Congreso Chileno de Ingeniería Geotécnica.

BECERRA, A., SÁEZ, E., PODESTÁ, L., & LEYTON, F. (2016). The 2014 earthquake in Iquique, Chile: Comparison between Local Soil Conditions and Observed Damage in the cities of Iquique and Alto Hospicio. *Earthquake Spectra*.

BÉJAR-PIZARRO, M., CARRIZO, D., SOCQUET, A., ARMIJO, R., BARRIENTOS, S., BONDOUX, F...& CHARADE, O. (2010). *Asperities and barriers on the seismogenic zone in North Chile: state-of-the-art after the 2007 Mw 7.7 Tocopilla earthquake inferred by GPS and InSAR data*. *Geophysical Journal International*, 183(1), 390-406

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. BID. (2012). *Un espacio para el desarrollo: los mercados de vivienda en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. Editor César Patricio Bouillon. Disponible en: <http://www.iadb.org/es/investigacion-y-datos/diadesarrollo-en-las-americas-publicacion-insignia-delbid,3185.html?id=2012>

BIRKMANN, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*, 7(1), 20-31.

BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVID, I., & WISNER, B. (1996). Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres, La RED, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. *Trad. Esp. de Wisner, B.*

BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS I., WISNER, B. (2003). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters.* Second edition

BUSSO, G., (2001). “*Vulnerabilidad social: Nociones e implicancias de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI*”. Documento para el Seminario Internacional Las Diferentes expresiones de la Vulnerabilidad Social en América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

CAMPOS, J & COMTE, D. (1989). Distribución Espacio-Temporal del Régimen de Esfuerzos en el Sur del Perú y Norte de Chile: Evidencias de una Etapa de Madurez Terminal de un Ciclo Sísmico?, 5 as. Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Agosto, 1989 Vol.1, pp.291 – 302.

CARDONA, O.D. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. *En: A. Maskrey (ed.) Los desastres no son naturales*, 51-74.

CARDONA, O. (2001). Capítulo 2. Estimación Holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Trabajo realizado como parte de los requisitos exigidos para optar al grado de Doctor. Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya. 322 p.

CARDONA, O. D. (2003). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. [en línea] Bogotá, Colombia. LA RED, CEDERI, Universidad de los Andes, 2003.
http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr_may-08-2003.pdf
[Consulta: 03 noviembre 2015]

CARDONA, O. D. (2008). Indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgos, Programa para América Latina y El Caribe, Informe resumido actualizado a 2007.

CARDONA, O. D. (2013). Modelación probabilística para la gestión del riesgo de desastres, el caso de Bogotá Colombia.

CASTRO, C (2004). Duna Cerro Dragón de Iquique (20°15´S), Un rasgo Geomorfológico singular del desierto costero chileno, *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, VOL.49:31-48.

CASTRO-CORREA, C.P. (2014). Evaluación de riesgos ambientales en ámbitos urbanos costeros del semiárido chileno: Caldera. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

CASTRO, C.P., IBARRA, I., LUKAS, M., ORTIZ, J., & SARMIENTO, J.P. (2015). Disaster risk construction in the progressive consolidation of informal settlements: Iquique and Puerto Montt (Chile) case studies. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 109-127.

CARREÑO, M. L., CARDONA, O. D., & BARBART, H. A. (2005). *Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos*. Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE).

CENAPRED. (2006). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Conceptos básicos sobre peligros y su representación geográfica. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México. [en línea] México, 2006. <<http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/375/1/images/cbprrg.pdf>> [consulta: 06 Marzo 2016].

CEPAL, (2003). Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los Desastres. Comisión Económica para América Latina y Caribe.

CHARDON A.C. (2002). *Un enfoque geográfico de la vulnerabilidad en zonas urbanas expuestas a amenazas naturales. El ejemplo andino de Manisalez, Colombia*, Editorial Centro de Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 174 p.

CHARDON, A.C, (2008). Amenaza, Vulnerabilidad y Sociedades Urbanas, una visión desde la dimensión institucional. *Gestión y Ambiente*. [En línea] Fecha de consulta: 19 de mayo de 2016. Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169420291009>> ISSN 0124-177X.

CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2003). DFL.458: Ley General de Urbanismo y Construcción.

CHILE. Instituto Nacional de Normalización. (2009). NCh. 433 Of.96 modificada en 2009: Diseño Sísmico de Edificios.

CIPTAR, (2012). Centro de Investigación en Políticas Públicas de Tarapacá. *“Desarrollo Económico y Productivo de Tarapacá”*. Línea de base económica de la Región de Tarapacá. DocT/-2012.

COMTE, D., & PARDO, M. (1991). *Reappraisal of great historical earthquakes in the northern Chile and southern Peru seismic gaps*. *Natural Hazards*, 4(1), 23-44.

COOPERATIVA, [en línea]. Santiago Chile, 01 DE ABRIL DE 2015. *Vecinos del "condominio fantasma" de Iquique preocupados por fin de subsidios*. [Recuperado: en 20 de mayo de 2016]. Disponible en: de <http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/sismos/norte-grande/vecinos-del-condominio-fantasma-de-iquique-preocupados-por-fin-de/2015-03-31/110828.html>

CRISPIERI, A. (2011). *Caracterización y Diagnóstico Sísmico de las viviendas sociales de albañilería de la ciudad de Arica.* Memoria (título de Ingeniero civil). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Santiago. Agosto 2011. 206 pp.

CUTTER, S. L., B. BORUFF, & W. L. SHIRLEY. (2003). "Social Vulnerability to Environmental Hazards." *Social Science Quarterly*, Volume 84, Number 2, June 2003. Columbia, S.C.: University of South Carolina.

D'ERCOLE R. & METZGER, P. (2004). Vulnerabilidad del distrito metropolitano de Quito. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Institut de Recherche pour le Developpement (IRD), Quito, Ecuador. Editorial 23, 496 p.

ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA. CASEN, (2014). Ministerio de Desarrollo Social, Santiago. Chile.

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, DE LAS NACIONES. EIRD/ONU. (2004). *Vivir el Riesgo.* Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Versión 2004. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la reducción de Desastres, Naciones Unidas (EIRD/ONU).

ESPINOZA, G A. (1985). *Los desastres y su relación con el manejo de los recursos naturales en Chile.* Ambiente y Desarrollo. Vol. 1: 159-172. Santiago Chile.

ESCALA MACROSISMICA EUROPEA. (1998). Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Comisión Sismológica Europea. Subcomisión de Ingeniería sísmica. Luxemburgo, 2009. [en línea] en: <http://www.proteccioncivil.es/documents/11803/12845/Escala%2BMacros%25C3%25Adsmica%2BEuropea%2B1998%2BEMS-98.pdf> [consulta: 20 Marzo 2015].

ERAZO, JAIME. (2014). Es la población pobre la que va a sufrir. *Bulletin de l'Institut français d'études andines.* 633-636. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12637145012>> ISSN 0303-7495

FALCÓN, M., & RAMIREZ, P. (2010). Generación de mapas de licuefacción a partir del sismo de Febrero de 2010. Servicio de Geología y Minería, SERNAGEOMÍN.

FERRANDO, F. (2002). La ciudad sin Urbanismo: Instalación residencial junto a secciones andinas inestables, dunas activas, bancos de arena y rodados fluviales. *Revista de Urbanismo*, (5)

FERRANDO, F. (2003): *En torno a los desastres naturales: Tipología, conceptos y reflexiones.* Revista INVI, vol. 18, núm.47, pp.15-31. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

FERRARI, B. (1979). *Antecedentes Geológicos del borde continental del norte de Chile.* Instituto de investigaciones Geológicas. Segundo Congreso Geológico de Chile. Agosto. Arica.

FIGUEROA Y FUENTES. (2009). *Expansión urbana y desarrollo económico: el caso del sistema urbano Iquique-Alto Hospicio. Chile: del país urbano al país metropolitano.* Pontificia Universidad Católica de Chile. 149-159 pp.

FOCK, A.; RAULD, R & MUÑOZ, M (2010). *Estudio Fundado de Riesgo: Diagnóstico de Peligros Geológicos Costeros de la Intercomuna de Iquique, Alto Hospicio y Huara.* Región de Tarapacá. Habiterra S.A.

FORTTES, P. (2014). Diagnóstico estado de la reconstrucción terremoto y tsunami 27 de febrero de 2010. Delegación presidencial para la reconstrucción. Ministerio del Interior. *Santiago de Chile: Gobierno de Chile.*

GARCIA-ACOSTA, V. (2005) El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgosDesacatos [en línea] 2005, (septiembre-diciembre) : [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2016] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13901902>> ISSN 1607-050X

GEER. (2014). *Geotechnical Aspects of April 1, 2014, M8.2 Iquique, Chile Earthquake. Report of the NSF Sponsored GEER Association Team.* GEOTECHNICAL EXTREME EVENTS RECONNAISSANCE (GEER) ASSOCIATION Versión 1.2.

GÓMEZ, J. J. (2001). Vulnerabilidad y medio ambiente. *Documento presentado en el seminario internacional "Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe", Santiago de Chile, 20.*

GOBIERNO REGIONAL DE TARAPACÁ. GORE. (2013). *Informe Ambiental de la Evaluación Ambiental Estratégica del Plan Regional de Ordenamiento Territorial .*División de Planificación y Desarrollo Regional. Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT).

GRÜNTAL, G & DE LEÓN, J. V. (Eds.). (2003). *Escala Macrosísmica Europea 1998.* Comisión Sismológica Europea, Subcomisión de Ingeniería Sísmica, Grupo de Trabajo sobre Escalas Macrosísmicas.

HELP AGE INTERNATIONAL (2010). *A study of humanitarian financing for older people.* [Recuperado el 04 de septiembre 2016] Disponible en :<http://www.helpage.org/silo/files/a-study-of-humanitarian-financing-for-older-people.pdf>

HIDALGO, P (2008). *"Vulnerabilidad Territorial y Cooperación Internacional",* Tesis para optar al Grado de Doctor en Geografía de la Pontificia Universidad Complutense de Madrid, España.

HURTADO, J., & CChC, G. E. (2011). *Visión para la ciudad de Arica.* Cámara Chilena de la Construcción, delegación Arica.

INTER-AGENCY STANDING COMMITTEE. IASC (2006). Protección de las personas afectadas por los desastres naturales: Directrices operacionales del comité permanente entre organismos (IASC) sobre la protección de los derechos humanos en situaciones de

desastres naturales. Disponible en :
http://www.brookings.edu/~media/research/files/reports/2006/11/natural-disasters/11_natural_disasters_esp.pdf. Consultado (29 de diciembre, 2015).

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE . IPCC. (2012) “*Resumen para responsables de políticas*” en el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático [edición a cargo de C. B. Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. -K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, y P. M. Midgley]. Informe especial de los Grupos de trabajo I y II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Nueva York, Estados Unidos de América, págs. 1-19. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. INE (2005). *Como ha Cambiado la Vida de los Chilenos*. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. INE (2007). Chile. División Político-Administrativa y Censal. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago. Chile

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. INE (2012). *Síntesis Geográfica Regional*; compendio estadístico 2012. Gobierno de Chile. Instituto Nacional de Estadísticas: [Recuperado el 15 de mayo 2016] Disponible en: http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/compendio_estadistico/pdf/2012/3_sint_regional.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. INE (2013). Reporte Comunal: Iquique, Región de Tarapacá. Serie Informes Comunales, N°1. Recuperado 10 diciembre 2015. Disponible en http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadores/pdf/comunal_general/tarapaca/iquique_2013.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. INN. (1996). “Diseño sísmico de edificios”. NCh 433. Of 96, I.N.N, Santiago.

KATZMAN, RUBEN (1999). Activos y estructuras de oportunidades: estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en Uruguay, Montevideo, Oficina de la CEPAL en Montevideo/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

KATZMAN, RUBÉN, (2000). “*Notas sobre la medición de la Vulnerabilidad Social*”, Montevideo, Uruguay: Universidad Católica del Uruguay.

LARRAIN, P. (1992). El sistema natural en la planificación urbana chilena. Revista de Geografía Norte Grande, 19: 59-68.

LARRAÑAGA, O. (2007). *La medición de la pobreza en dimensiones distintas al ingreso.* Serie Estudios estadísticos y prospectivos N°58. CEPAL.

LAVELL, A. (1997). *Viviendo en Riesgo. Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina.* [en línea] LA RED. 1997.<http://www.desenredando.org/public/libros/1994/ver/ver_cap11-DDBVER_nov-20-2002.pdf> [consulta: 14 de noviembre 2011].

LAVELL, A. (2001). *Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición.* *Scripta Nova-Revista.*

LEYTON, F., RUIZ, S., SILVA, N. y CAMPOS, J., (2007). *Determinación del efecto de sitio utilizando registros de acelerogramas.* *6to Chilean Geotechnical Congress, Valparaíso, Chile.*

LEYTON, F. RUIZ, S & SEPULVEDA, S. (2010). *Reevaluación del Peligro Sísmico Probabilístico en Chile Central.* *Andean Geology*, 37.

LUCKASSON, R., BORTHWICK-DUFFY, S., BUNTINX, W. H. E., COULTER, D. L., CRAIG, E. M., REEVE, A., SCHALOCK, R. L., SNELL, M. E., SPITALNIK, D. M., SPREAT, S., & TASSE, M. J. (2002). *Mental retardation: Definition, classification, and systems of supports (10th ed.).* Washington DC: American Association on Mental Retardation. Pp. 238. ISBN 0-940898-81-0.

MAC DONALD, J. (2004). *Pobreza y precariedad del hábitat en ciudades de América Latina y el Caribe.* División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, libros de la CEPAL, manual n°38, (LC/L.2214-P). Santiago de Chile.

MASKREY, A. (1993). *Los Desastres No Son Naturales (compilador).* LA RED, Colombia. pp. 492.

MANUAL DE REPARACIONES DE VIVIENDAS MIXTAS DE ALBAÑILERIA Y TABIQUERIA DE MADERA Y ADOBE (s,f). *“Proyecto fortalecimiento del tejido comunitario tendiente a la reducción del riesgo sísmico, en dos barrios patrimoniales de Santiago Chile”.*

MAX-NEFF, MANFRED, ELIZALDE, A & OPENHAYN, M. (1986). *“Desarrollo a escala humana: una opción para el futuro”.* *Development Dialogue*, número especial, 96 pp. CEPAAUR, Fundación Dag Hammarskjöld.

MASSEY, D. (1996): *The age of extremes: Concentrated affluence and poverty in the twenty-first century,* *Demography*, vol. 33, N° 4, Madison, Wisconsin, University of Wisconsin, Center for Demography and Ecology.

MARQUARDT, R. MARINOVIC, R. MARINOVIC, S. MUÑOZ,V (2008). *Geología de las ciudades de Iquique y Alto Hospicio.* Región de Tarapacá. Carta Geológica de Chile. Serie Geología básica. No. 113.

METOIS, M et al (2013): *Revisiting the North Chile seismic gap segmentation using GPS-derived interseismic coupling.* Geophys. Jour. Int.,doi: 10.1093/gji/ggt183.

MIDEPLAN. (2014). Reporte Comunal: Iquique, Región de Tarapacá. Serie de Informes comunales, N°1. Febrero 2014. Ministerio de Desarrollo Social.

MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. (2014). Plan de Reconstrucción Región de Tarapacá. Sismos 1 y 2 de abril 2014. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Recuperado 10 octubre de 2015. Disponible en: <http://www.interior.gob.cl/media/2014/10/1.-plan-de-reconstruccion-tarapaca.pdf>

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. MINVU. sf. *Instructivo para la Evaluación Técnica de Daños de viviendas Post Desastres.* Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo [en línea] en : http://documentos.minvu.cl/min_vivienda/Desastres.pdf.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2004). Gobierno de Chile. El Déficit Habitacional en Chile. Medición y requerimientos de la vivienda y su distribución espacial.

MINISTERIO DE PLANIFICACION y GTZ. (2009). “Proyecto Vulnerabilidad Social Territorial: Concepto, Indicadores y Gestión Territorial en el Marco del Sistema de Protección Social”.

MILOSAVLJEVIC, V (2007). *Estadísticas para la equidad de género: magnitudes y tendencias en América Latina.* Cepal. 84.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (MINVU) (2011). Mapa social de campamentos. Santiago. Chile.

MONSALVE S, (2010): *Identificación de barrios vulnerables, hacia una metodología para la medición de vulnerabilidad.* Tesis para optar al grado académico de Magíster en Desarrollo Urbano. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile

NACIONES UNIDAS (ONU). (1991). Observación general 4. El derecho a una vivienda adecuada (Párrafo 1, art.11 del Pacto). Comité de derechos Económicos, Sociales y Culturales. Sexto Periodo de Sesiones.

NACIONES UNIDAS (1992). Agenda 21. United Nations Conference on Environment & Development Rio de Janeiro, Brazil. June 1992

NATIONAL EARTHQUAKE HAZARDS REDUCTION PROGRAM. NEHRP. (2004). Building Seismic Safety Council, 2004. recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures. Building Seismic Safety Council National Institute of Building Science. Washington, D.C. http://www.nibs.org/client/assets/files/bssc/nehrrp2003_FrontMaterial.pdf

OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA. ONEMI. (2014). Recomendaciones para la preparación y respuesta ante Tsunami. Disponible en:

<http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/2012/1709/ManualTsunami2014.pdf?sequence=1>. Consultado 01 junio 2016.

ONU-HABITAT (1996). Declaración de Estambul sobre los Asentamientos Humanos y Programa Hábitat. Estambul, Turquía. 1996.

ONU-HABITAT. Folleto Informativo, N.21(s,f). El Derecho Humano a una Vivienda Adecuada. Oficina del alto comisionado para los derechos humanos. Naciones Unidas.

ONU-HABITAT, O. N. U. (2009). Informe mundial sobre asentamientos humanos 2009, por un mejor futuro urbano.

ONU-HABITAT (2010). Folleto Informativo n° 21. El Derecho Humano a la Vivienda adecuada. Documento emanado por la Oficina del alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. Disponible en : http://www2.ohchr.org/spanish/about/publications/docs/fs21_sp.htm#elderechodetodosaunavivienda. (Fecha Consulta: 29 Diciembre, 2015).

ONU-HABITAT (2012). Informe de Viviendas 2012. Construyendo Esperanza: Albergando ciudades tras los desastres.

OLCINA CANTOS, J. (2008). “Cambios en la consideración territorial, conceptual y de método de los riesgos naturales”, en Universidad de Barcelona (Ed.): *Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008*. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008. [Consulta: 15 noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/-xcol/62.htm>].

OLIVERA, A. (2009). *¿Emergencia vs. Sustentabilidad? : Encrucijada tecnológica de los proyectos de recuperación temprana de desastres en el hábitat construido*. En III Conferencia Internacional de Ecomateriales. Bayamo, Cuba: Universidad Central “Marta Abreau de las Villas.

OLIVERA, A & GONZÁLEZ, G. (2010). *Enfoque multidimensional de la reconstrucción post-desastre de la vivienda social y el hábitat en países en vías de desarrollo: estudios casos de Cuba*. Revista de la Construcción. Volumen 9 N° 2-2010.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. OPS/OMS, (2006). Vivienda Saludable: reto del milenio en los asentamientos precarios de América Latina y el Caribe: guía para las autoridades nacionales y locales. Caracas. Venezuela. 2006. Organización Panamericana para la Salud & Organización Mundial para la Salud.

OPAZO, E. (2014). *Evaluación y Zonificación de peligro de remociones en masa en la Ruta A-16, vía de acceso principal a la ciudad de Iquique (Región de Tarapacá)*. Memoria para optar al Título de Geólogo. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile.

PASKOFF, R., & CUITINO, L. (1998). Carácter relicto de la Gran Duna de Iquique, Región de Tarapacá, Chile. *Revista geológica de Chile*, 25(2), 255-263.

PASKOFF, R. (2010). *Geología marina de Chile. Capítulo 9. Geomorfología costera.* Comité Oceanográfico Nacional de Chile Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Servicio Nacional de Geología y Minería. 2010. [Recuperado 04 de abril de 2016] Disponible en <http://www.cona.cl/publicaciones/geologia_marina/9.pdf>

PFENNINGER, F (2013). Manual de reparaciones de viviendas mixtas de albañilería y tabiquería de madera y adobe. *Proyecto fortalecimiento del tejido comunitario tendiente a la reducción del riesgo sísmico, en dos barrios patrimoniales de Santiago Chile*”.

PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL COSTERO TARAPACÁ, ALTO HOSPICIO HUARA. PRI, TARAPACÁ. (2011). Servicio Regional Ministerial de Vivienda Región de Tarapacá. Informe Ambiental, Evaluación Ambiental Estratégica.

PLAN DE DESARROLLO COMUNAL DE IQUIQUE. PLADECO. (2010-2015). Tomo I. Ilustre Municipalidad de Iquique.

PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL REGIÓN DE TARAPÁ. PROT, TARAPACA (2013). División de Planificación y Desarrollo Regional. Departamento de planificación y Ordenamiento territorial.

PFENNIGER, F. (2013). *Manual de reparación de viviendas mixtas de albañilería y tabiquería de madera y adobe.*

PNUD, I. R. D. D. H. (2014). Humano 2013-2014. *Seguridad Ciudadana con Rostro Humano: Diagnóstico y propuestas para América Latina, Nueva york, PNUD.*

PODESTÁ, ARZUBIAGA, JUAN. (1998). *Ocho hipótesis sobre el desarrollo de Iquique.* Revista de Ciencias Sociales (CI). 4-14.

QUEZADA, J., CERDA, J. L., & JENSEN. (2010). *Tectonic and climatic effects in the morphologic configuration of the coastal relief of northern Chile.* *Andean geology*, 37(1), 78-109.

RASSE, A., SALCEDO, R., & PARDO, J (2009). Transformaciones económicas y socioculturales: ¿ cómo segmentar a los chilenos hoy?. *El arte de clasificar a los chilenos.*

REPORTE SISMO TARAPACÁ: [En línea] Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU. Mayo 2016. [Recuperado 20 de junio 2016] Disponible en: <http://www.minvu.cl/404/404.html?aspxerrorpath=/incjs/download.aspx>.

RODRÍGUEZ, J, (2000). *“Vulnerabilidad Demográfica: Una Faceta de las Desventajas Sociales”*, Santiago, Chile: CEPAL.

ROJO PEREZ, F., FERNÁNDEZ-MAYORALAS, G & ROJO ABUÍN, J (2004). *Diferenciación sociodemográfica y residencial en el distrito urbano del centro de Madrid.* Estudios Geográficos, 65(257): 665-704 doi: 10.3989/egeogr.2004.i257.171.

ROMERO, G & MASKREY, A, Comp., (1993) Los desastres no son naturales, ITDG/LA RED, Bogota, Colombia.

RUGIERO, A, M . (2000). Aspectos Teóricos de la Vivienda en relación a la Habitar. En: Asentamientos Precarios. Boletín N°40. INVI. FAU .Universidad de Chile. Santiago Chile. Agosto.2000. 21 a 38 pág.

RUIZ-PEREZ, M & M.GELABERT GRIMALT. (2012). "Análisis de la vulnerabilidad social frente a desastres naturales: el caso de la isla de Mallorca." *GeoSig* 4 (2012): 1-26.

SABATINI, F., CÁCERES, G & CERDA, J. (2001). Segregación residencial en las principales ciudades chilenas: Tendencias de las tres últimas décadas y posibles cursos de acción. *EURE (Santiago)*, 27(82), 21-42.

SATTERTHWAITE, D. (2010). 'Urban myths and the mis-use of data that underpin them', in Beall, J., Guha-Khasnobis, B. and Kanbur, R. (eds.), *Beyond the Tipping Point: Development in an Urban World.* Oxford: Oxford University Press.

SAEZ DEL PINO, J.M. (2011). "Normativa nacional antisísmica en materia de construcción". Tesis de pregrado para optar al título de Abogado. Universidad de Chile. Santiago. Chile.

SERVICIO DE VIVIENDA Y URBANIZACIÓN, TARAPACÁ. SERVIU. (2014). Plan de Reconstrucción, Región de Tarapacá. Sismos 1 y 2 de abril 2014. Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Gobierno de Chile. Servicio de vivienda y urbanismo

SERVICIOS EXTERNOS Y EXTENSIÓN. UC. SEREX (2007). *Análisis de Tendencias de Localización Etapa I.* Dirección de Servicios Externos y Extensión. Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago.

SERNAGEOMIN, (2002). Mapa Geológico de Chile: Versión Digital. Publicación Geológica Digital, N°4. Santiago, Servicio Nacional de Geología y Minería. y Urbanismo, Santiago.

SERNAGEOMIN, 2013. Geología para el Ordenamiento Territorial y la Gestión Ambiental en el área de Iquique-Alto Hospicio, Región de Tarapacá. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-13-53, 41 p., 5 mapas a diferentes escalas. Santiago.

SCHOLZ, C.H. (2002). *The Mechanics of Earthquakes and Faulting.* Cambridge University Press: 300-329. Cambridge

SPSS, (2009) Statistical Package for the Social Sciences. *Guía para el Análisis de Datos.* Obtenido de http://www.spss-guia-para-el-analisis-de-datos-2.html&sf=ubd_read_books&sid=46&adserver=0.20.2&m=books

SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO. SUBDERE. (2011). Guía de análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial. Torrealba y Asociados S.A. Santiago.

TOLOZA, V., MARQUARDT, C., & VARGAS, G. (2009). Sobre la edad del Gran Escarpe Costero. *Secuencias*, 22, S10_040.

TOMLINSON, A., BLANCO, N., SEPÚLVEDA, F., VÁSQUEZ, P., QEZADA, A., FALCON, F., MARIN, M., RAMIREZ, P. (2011). *Fallas geológicas y remociones en masa, Iquique y Alto Hospicio, Región de Tarapacá: una guía de terreno.* (Informe inédito). SERNAGEOMIN. Santiago. 23 pp.

THOMAS, A. (1970). Cuadrángulos Iquique y Caleta Molle. Cartas N°21 y 22. I.I.G. Santiago.

UNICEF & OMS. (2015). *Progresos en materia de saneamiento y agua potable: Informe de actualización 2015 y evaluación del ODM.* Obtenido de http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMPReport_Spanish.pdf

UNDRO (1980). Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of Expert Group Meeting (1-12 July 1979).

UNDRO (1990). *Preliminary Study on the Identification of Disaster-Prone Countries Based on Economic Impact.* New York/Geneva: United Nations Disaster Relief Organization.

UN-ISDR (2004). Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives. 429 pp. UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION.

UNISDR. (2009). Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres *Terminología Sobre Reducción del Riesgo de Desastres.* [Recuperado 18 de mayo de 2016] Disponible en: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf.

UNISDR. (2011). Annual Report 2011.7. UNISDR secretariat Work Programme 2010-2011. 76 pp. [en línea] Fecha de consulta: 05 de mayo de 2016] Disponible en http://www.unisdr.org/files/27627_ar2011v2.pdf

UNISDR/GAR. (2013). *Del riesgo compartido a un valor compartido – Un argumento empresarial a favor de la reducción del riesgo de desastres.* Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra, Suiza. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.

UNISDR. (2015a). *Impacto de los desastres en América Latina y El Caribe, 1990-2013.* Tendencia estadística para 22 países. Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres

UNISDR. (2015b). *Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastre (GAR).* Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastre. Ginebra, Suiza: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre.

USAID/OFDA/LAC. (2009). Oficina de los Estados Unidos de Asistencia para los Desastres en el Extranjero. América Latina y el Caribe. Boletín. San José, Costa Rica

USAID, OFDA (2010). UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Conceptos Fundamentales. Curso Gestión integral de Riesgos.

VALDEBENITO, G., ALVARADO, D., SANDOVAL, C., & AGUILAR, V (2014). Terremoto de Iquique Mw= 8, 2-01 Abril 2014. Daños Observados y Efectos de sitio en estructuras de albañilería. XI Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Sísmica ACHISIMA, 18-20 de marzo de 2015.

WILCHES-CHAUX, G (1996). La Vulnerabilidad. En: MASKREY, A. (Ed.) Los Desastres no son Naturales. Colombia. La Red. Tercer Mundo Editores. 1996. pp 7-61.

WILCHES-CHAUX, G (1993). La Vulnerabilidad. En: MASKREY, A. (Ed.) Los Desastres no son Naturales. Colombia. La Red. Tercer Mundo Editores. 11-44

WILCHES-CHAUX, G (1988). Auge, Caída, y Levantamiento de Felipe Pinillo, mecánico o soldador, o yo no voy a correr el riesgo. Colombia. LA RED. 103p.

WISNER, B; BLAIKIE, P; CANNON, T & DAVIS, I. (2003). At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters. Second edition. 2003. 124 pp.

WORLD BANK. (2010). *Haití: Cobra impulse ayuda para reconstruir comunidades afectadas por terremoto.* Consultado en abril 2016: Disponible en <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2010/10/29/haiti-fresh-initiatives-help-earthquake-victims-return-home>.

WYNDHAM, V. K, (2013). *Análisis y vulnerabilidad y riesgo del sector turístico y la población flotante en la comuna de la Serena frente a la ocurrencia de la amenaza de origen natural IV región de Coquimbo.* Tesis para optar a Título de Geógrafa. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, escuela de geografía. Universidad de Chile.

YAMIN, L., GHESQUIERE, F., CARDONA, O.D., & ORDAZ, M.G. (2013). Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre. El caso de Bogotá, Colombia. Banco Mundial, Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia.

ZAMORA, F. (2014). *Análisis de la relación entre Planificación Urbana y la exposición habitacional en la ciudad de Iquique, Región de Tarapacá.* Tesis de post grado. Proyecto Fondecyt 1130259. Magister de Gobernanza de Riesgos y Recursos. Heidelberg Center para América Latina. Santiago Chile.

8 ANEXOS

Anexo N°1: Varianza total explicada vulnerabilidad prevalente

Componentes	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,527	23,515	23,515	3,527	23,515	23,515	2,642	17,615	17,615
2	2,132	14,211	37,727	2,132	14,211	37,727	1,968	13,119	30,734
3	1,614	10,761	48,488	1,614	10,761	48,488	1,744	11,626	42,360
4	1,445	9,635	58,123	1,445	9,635	58,123	1,693	11,288	53,648
5	1,162	7,745	65,868	1,162	7,745	65,868	1,532	10,214	63,863
6	1,112	7,414	73,282	1,112	7,414	73,282	1,278	8,518	72,381
7	1,050	7,003	80,285	1,050	7,003	80,285	1,186	7,904	80,285
8	,764	5,095	85,380						
9	,526	3,506	88,886						
10	,487	3,245	92,131						
11	,435	2,900	95,031						
12	,297	1,977	97,008						
13	,206	1,375	98,383						
14	,172	1,150	99,533						
15	,070	,467	100,000						

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°2: Matriz de componentes rotada

	Componente						
	1	2	3	4	5	6	7
Mediagua	,849	-,038	,012	-,103	,158	-,110	,086
Sin acceso wc	,842	-,061	,126	-,103	,220	-,108	,105
Vivienda gratuita	,792	,076	,134	,017	,109	-,012	-,131
Ed. Diferencial	,012	,975	,093	-,003	,014	-,003	-,011
Discapacidad Mental	-,014	,974	,086	,013	,032	-,002	-,001
Cubierta desechos	-,025	,132	,936	-,029	-,002	,000	,066
Piso de tierra	,400	,062	,844	-,043	,088	-,034	,072
Población 65 años y más.	-,053	,001	-,018	,914	,048	,075	,083
Jubilados	-,088	,008	-,042	,898	-,109	,015	-,135
Solo Ed. Pre-básica	,204	-,058	-,051	-,049	,811	-,072	-,036
Grupo E	,359	,168	,172	-,024	,666	,095	,053
Casa antigua	,000	,004	-,056	,065	,131	,887	,125
Vivienda arrendada	-,332	-,016	,055	,037	-,298	,661	-,243
Vivienda cedida	-,217	-,052	,248	,053	,311	-,067	,728
2 o más hogares por vivienda	-,292	-,036	,056	,121	,346	-,071	-,712

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°3: Correlación de indicadores

	Población con 65 años y más	Disc.Mental	Cubierta desechos	Piso de tierra	Vivienda arrendada	Vivienda gratuita	Sin acceso wc	Casa antigua	Solo Ed.Pre-básica	Ed.Diferencial	2 o más hogares por vivienda	Vivienda cedida	Jubilados	Mediagua	Grupo E
Población con 65 años y más	1,000	,014	,037	,057	,078	,066	,130	,122	,029	,005	,075	,079	,669	,126	,006
Disc.Mental	,014	1,000	,204	,132	,006	,075	,038	,009	,027	,929	,010	,006	,012	,025	,150
Cubierta desechos	,037	,204	1,000	,721	,002	,103	,093	,023	,003	,209	,055	,207	,058	,024	,162
Piso de tierra	,057	,132	,721	1,000	,168	,376	,457	,050	,130	,148	,111	,165	,132	,373	,349
Vivienda arrendada	,078	,006	,002	,168	1,000	,278	,403	,307	,271	,009	,078	,147	,144	,357	,219
Vivienda gratuita	,066	,075	,103	,376	,278	1,000	,578	,010	,231	,090	,050	,072	,071	,585	,324
Sin acceso wc	,130	,038	,093	,457	,403	,578	1,000	,063	,327	,019	,175	,032	,207	,777	,418
Casa antigua	,122	,009	,023	,050	,307	,010	,063	1,000	,016	,002	,007	,062	,044	,078	,054
Solo Ed.Pre-básica	,029	,027	,003	,130	,271	,231	,327	,016	1,000	,041	,064	,065	,100	,279	,456
Ed.Diferencial	,005	,929	,209	,148	,009	,090	,019	,002	,041	1,000	,001	,014	,001	,006	,160
2 o mas hogares por vivienda	,075	,010	,055	,111	,078	,050	,175	,007	,064	,001	1,000	,111	,143	,143	,036
Vivienda cedida	,079	,006	,207	,165	,147	,072	,032	,062	,065	,014	,111	1,000	,078	,031	,087
Jubilados	,669	,012	,058	,132	,144	,071	,207	,044	,100	,001	,143	,078	1,000	,208	,125
Mediagua	,126	,025	,024	,373	,357	,585	,777	,078	,279	,006	,143	,031	,208	1,000	,333
Grupo E	,006	,150	,162	,349	,219	,324	,418	,054	,456	,160	,036	,087	,125	,333	1,000

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°4: Varianza total explicada vivienda precaria

Componentes	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,422	28,518	28,518	3,422	28,518	28,518	2,646	22,048	22,048
2	2,243	18,691	47,209	2,243	18,691	47,209	2,584	21,532	43,580
3	1,498	12,487	59,696	1,498	12,487	59,696	1,722	14,351	57,931
4	1,156	9,633	69,329	1,156	9,633	69,329	1,278	10,649	68,580
5	1,092	9,098	78,427	1,092	9,098	78,427	1,182	9,847	78,427
6	,884	7,370	85,797						
7	,546	4,547	90,344						
8	,448	3,735	94,079						
9	,360	3,003	97,083						
10	,207	1,728	98,811						
11	,143	1,189	100,000						
12	,000	,000	100,000						

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°5: Matriz de componentes rotada

	Componente				
	1	2	3	4	5
Pared desechos	,986	-,006	,020	-,001	,067
Cubierta desechos	,986	-,006	,020	-,001	,067
Piso de tierra	,764	,406	,320	-,037	,087
Mediagua	-,018	,898	-,048	-,104	,099
Sin acceso wc	,083	,874	,131	-,115	,124
Vivienda gratuita	,117	,806	,088	,012	-,129
Pared de adobe	-,034	,033	,918	-,005	,020
Rancho	,218	,101	,859	-,035	,015
Casa antigua	-,039	,042	-,011	,885	,144
Vivienda arrendada	,035	-,392	-,041	,676	-,238
Vivienda cedida	,209	-,097	-,054	-,081	,755
2 o mas hogares por vivienda	,037	-,146	-,077	-,070	-,689

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°6: Correlación de indicadores vivienda precaria

Correlaciones	2 o más hogares por vivienda	Vivienda arrendada	Vivienda cedida	Vivienda gratuita	Mediagua	Rancho	Casa antigua	Cubierta desechos	Piso de tierra	Pared de adobe	Pared desechos	Sin wc
2 o más hogares por vivienda	1,000	,078	,111	,050	,143	,075	,007	,055	,111	,035	,055	,175
Vivienda arrendada	,078	1,000	,147	,278	,357	,104	,307	,002	,168	,055	,002	,403
Vivienda cedida	,111	,147	1,000	,072	,031	,010	,062	,207	,165	,003	,207	,032
Vivienda gratuita	,050	,278	,072	1,000	,585	,181	,010	,103	,376	,106	,103	,578
Mediagua	,143	,357	,031	,585	1,000	,057	,078	,024	,373	,009	,024	,777
Rancho	,075	,104	,010	,181	,057	1,000	,028	,233	,419	,619	,233	,229
Casa antigua	,007	,307	,062	,010	,078	,028	1,000	,023	,050	,007	,023	,063
Cubierta desechos	,055	,002	,207	,103	,024	,233	,023	1,000	,721	,009	1,000	,093
Piso de tierra	,111	,168	,165	,376	,373	,419	,050	,721	1,000	,309	,721	,457
Pared de adobe	,035	,055	,003	,106	,009	,619	,007	,009	,309	1,000	,009	,143
Pared desechos	,055	,002	,207	,103	,024	,233	,023	1,000	,721	,009	1,000	,093
Sin wc	,175	,403	,032	,578	,777	,229	,063	,093	,457	,143	,093	1,000

Fuente Elaboración propia