



INFORME FINAL ETAPA 2 - Diciembre 2008 (Versión abril 2009)

CONSULTORÍA PARA EL DESARROLLO DE LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS DE RECONSTRUCCIÓN / RELOCALIZACIÓN Y PLAN MAESTRO CONCEPTUAL POST-DESASTRE CHAITÉN

CONTENIDO

1	Introducción	4
2	Evaluación de la Factibilidad de Reconstruir Chaitén	5
2.1	Consideraciones Respecto a los Criterios de Evaluación	5
2.1.1	Respecto a la Información Utilizada Como Base para el Análisis de Factibilidad de Reconstrucción de Chaitén	8
2.1.2	Consideraciones Respecto a la Factibilidad de Reconstruir Chaitén en Área de Riesgo	8
2.2	Ahorro Potencial de Mantener la Localización Actual de Chaitén: Valorización de las Viviendas y Equipamiento de Chaitén que Eventualmente Podrían Recuperarse	12
2.2.1	Cálculo del Perímetro de Eventual Recuperación	12
2.2.2	Identificación del Tipo de Edificaciones Existentes en el Perímetro de Recuperación	15
2.2.3	Cálculo del Costo de Cada Tipo de Edificaciones	15
2.3	Consideraciones Respecto a la Magnitud y Escala de las Eventuales Medidas de Mitigación	17
2.3.1	Referentes de Mitigación de Riesgo Volcánico	17
2.3.2	Referentes de Medidas de Mitigación para Riesgos de Remoción en Masa: Islandia	27
3	Análisis Comparativo de Alternativas de Relocalización	34
3.1	Potencial Urbano de Cabidas Preliminares	34
3.1.1	Alternativa 1: Chaitén Norte	37
3.1.2	Alternativa 2: Fandango	39
3.1.3	Alternativa 3: Santa Bárbara Sur	41
3.1.4	Alternativa 4: Santa Bárbara	43
3.1.5	Alternativa 5: Bahía Pumalín	45
3.1.6	Síntesis	47
3.2	Riesgo y Geomorfología	48
3.2.1	Matriz Comparativa de Riesgos	48
3.3	Requerimientos de Infraestructura	59
3.3.1	Suministro de Agua Potable	59
3.3.2	Gestión y Tratamiento de Aguas Servidas	62

3.3.3	Gestión de Aguas Lluvias y Riesgos de Inundaciones	63
3.3.4	Suministro de Energía	64
3.3.5	Gestión de Basuras	68
3.3.6	Síntesis	70
3.4	Criterios Ambientales, Paisaje y Sostenibilidad	71
3.4.2	Evaluación Ambiental de Alternativas	72
3.4.3	Resultados de la Evaluación Ambiental de Alternativas	73
3.4.4	Síntesis	88
3.5	Potencial Desarrollo Económico e Integración Provincial	89
3.6	Costos y Plazos Preliminares	90
3.6.1	Glosario Ítems y Supuestos Utilizados para su Cálculo	91
3.6.2	Plazos para la Reconstrucción	94
3.7	Estudio Comparativo Integral	97
3.7.1	Análisis Integral Chaitén Norte	100
3.7.2	Análisis Integral Fandango	101
3.7.3	Análisis Integral Santa Bárbara Sur	102
3.7.4	Análisis Integral Santa Bárbara	103
3.7.5	Análisis Integral Bahía Pumalín	104
4	Aspectos Legales	105
4.1	Antecedentes	105
4.2	Medidas Administrativas Adoptadas a la Fecha y Conflictos	105
4.2.1	Zona Afectada por la Catástrofe	105
4.2.2	Subsidios Habitacionales	105
4.2.3	Recursos Judiciales	106
4.3	Principal Normativa Aplicable	106
4.3.1	Constitución Política de la República	106
4.3.2	Estados de Excepción: Art.39 y siguientes de la Constitución y Ley Orgánica Constitucional N° 18.415	107
4.3.3	Disposiciones para Casos de Sismos y Catástrofes - Ley N°16.282.	108
4.3.4	Expropiaciones - Decreto Ley N° 2.186	108
4.3.5	Ley General de Urbanismo y Construcción y Ordenanza	110
4.4	Propiedad de los Terrenos Afectados	110
4.4.1	Terrenos Cubiertos por Material, Cenizas y Escombros	111
4.4.2	Terrenos del Antiguo Cauce del Río Blanco	111

4.4.3	Terrenos Inundados por la Apertura del Nuevo Cauce del Río Blanco	111
4.4.4	Terrenos Arrastrados por la Crecida de un Río	111
4.5	Determinación de Deslinde de un Cauce de Río.	111
4.6	Adquisición Terrenos Afectados y Nuevos Terrenos	112
4.7	Restricciones a Terrenos Afectados por Riesgo	113
4.7.1	Instrumentos de Planificación Territorial	113
4.7.2	Informes Técnicos	115
4.7.3	Proyecto de Ley en Trámite	115
4.8	Alternativas para Generación de Nuevo Suelo Urbanizable	115
4.8.1	Aprobación Plan Regulador Comunal de Acuerdo a Procedimiento de Ley N° 16.282 que fija Disposiciones Sobre Sismos y Catástrofes.	115
4.8.2	Aprobación Plan Regulador Comunal a Través de Mecanismo Normal	116
4.8.3	Fijación Límite Urbano	116
4.8.4	Aplicación Artículo 55 de la LGUC	116
4.9	Alternativas de Factibilidad Sanitaria	117
4.9.1	Factibilidad Sanitaria en Área Rural	118
4.9.2	Factibilidad Sanitaria en Área Urbana	119
5	Recomendaciones	121
5.1	Participación Ciudadana	121
5.1.1	Premisas para la Concreción de Prácticas Efectivas de Promoción de la Participación Ciudadana en Proyectos de Reconstrucción Urbana	121
5.1.2	Escenario: Justificar el Descarte de la Localización Actual de Chaitén	122
5.1.3	Cómo Guiar la Exposición del Proyecto de Nuevo Emplazamiento	124
5.2	Estudios Complementarios Prioritarios a Realizar	125
5.3	Escenarios Preferentes de Relocalización	125
6	Bibliografía	126
Anexo 1 - Supuestos para Cabidas Preliminares		i
Anexo 2 - Asoleamiento		iv
Anexo 3 - Vientos		vi
Anexo 4 - Marco Teórico Análisis de Riesgos		vii
Anexo 5 - Caracterización de Factores Ambientales		xvi
Anexo 6 - Supuestos para Evaluación de Costos de Urbanización		xxi
Anexo 7 - Cronograma de Construcción de Chaitén		xxvi

1 INTRODUCCIÓN

La primera etapa de este estudio era una fase preparatoria, y nos permitió dilucidar la compleja problemática involucrada en la decisión sobre el futuro de Chaitén. Fue un trabajo que detalló los requerimientos del emplazamiento, y que como conclusión principal arrojó lo vital que es para toda la provincial la existencia de Chaitén como nodo de conectividad, centro de servicios y capital provincial. Hoy existe certeza sobre la necesidad de reconstruir la ciudad, en un emplazamiento consistente con su desarrollo futuro: alto nivel de calidad de vida para sus habitantes, enfoque económico sustentable y puerta de acceso a la provincia de Palena.

Una vez zanjado ese tema, en esta etapa se ha separado el problema en dos: por una parte se evalúan las alternativas de reconstrucción / relocalización de Chaitén, y por otra se busca una solución para las familias desplazadas.

Es importante destacar que ninguna alternativa de reconstrucción de Chaitén puede ser comparada con el Chaitén existente previo a la catástrofe, ya que la ciudad tal como la conocieron sus habitantes, ya no existe ni existirá. Hay que evaluar las alternativas en base a un Chaitén posible, buscando preservar aquellos atributos que la población valora más.

Con esto en mente, se analizaron cinco alternativas para el nuevo Chaitén, realizándose cabidas preliminares para cada una de ellas. El trabajo se enfocó en explorar las ventajas y desventajas de las opciones, teniendo como objetivo presentar los antecedentes que las diferencian y permiten seleccionar entre ellas las mejores. Para cada alternativa se tomaron en cuenta, entre otros, la conectividad; suelos y topografía, los costos y posibles plazos de construcción; el potencial urbano relacionado con las características de asoleamiento, viento y entorno; impactos y peligros medioambientales; identidad socio- cultural y los factores que podrían afectar su influencia en la provincia.

Paralelamente, se exploró las alternativas legales de dar solución al problema de la vivienda actual, explorando las compensaciones necesarias para restituir el patrimonio de los damnificados, buscando entregar soluciones en el menor plazo posible. Los plazos necesarios para dar una solución definitiva de emplazamiento no son tolerables para dar una solución de vivienda a los habitantes de Chaitén. Estimamos que la decisión de las autoridades de facilitar la obtención de subsidios a la vivienda a los desplazados, se debe a la misma línea de análisis.

También en el plano jurídico, se detallaron las alternativas de acción para la construcción de la nueva ciudad.

Finalmente, se desarrollaron una serie de recomendaciones; partiendo por un tema fundamental, como es la participación ciudadana y las mejores alternativas de acción a nuestro juicio.

En la próxima etapa se realizará un análisis profundo de las mejores alternativas encontradas, desarrollándose un plan maestro estratégico y una visión objetivo para cada una de ellas. Sin duda será la parte más gratificante de nuestro trabajo, ya que se tratará sobre el futuro y las oportunidades de desarrollo. Se hará énfasis en los atributos positivos, buscando seleccionar aquella que provea mayores oportunidades para sus futuros habitantes.

Temas como la demanda por viviendas, calidad y diseño de las mismas serán abordados en esa oportunidad, por cuanto se asumen que son equivalente para todos los escenarios contemplados.

2 EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE RECONSTRUIR CHAITÉN

2.1 CONSIDERACIONES RESPECTO A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para evaluar la factibilidad de reconstruir Chaitén en su localización previa a la erupción del volcán¹, se han priorizado los criterios de evaluación siguiendo la lógica que ha primado en el presente estudio. Esta lógica se basa en los siguientes preceptos:

- **Preservar la integridad física de las personas ante eventuales riesgos:** riesgos naturales (volcánicos, remoción en masa, sismos, etc.), riesgos artificiales (cortocircuitos, fuegos, colapso de estructuras) y riesgos a la salud de los habitantes (problemas de higiene y sanitarios, plagas, exposición a enfermedades broncopulmonares por componentes de las cenizas)
- **Preservar, en la medida de lo posible, el patrimonio fiscal y el patrimonio tangible e intangible de las familias desplazadas y afectadas** (propiedades, patrimonio y cultura), así como comprometerse responsablemente en la mejor y más óptima asignación de recursos para la eventual reconstrucción o relocalización de infraestructura y edificaciones públicas.
- **Procurar el desarrollo sustentable a futuro de la ciudad y la región.** Visión simultánea de urgencia y largo plazo. Entender el proceso como un tránsito de la Catástrofe a la Oportunidad. Incorporando en la matriz de evaluación la dimensión territorial y planes de inversión sectoriales que permitan capitalizar oportunidades potenciales para los distintos escenarios.

En este sentido, el primer filtro utilizado para evaluar la Factibilidad de reconstruir Chaitén en su localización previa a la erupción tiene que ver con el Análisis de Peligro y Riesgo Volcánico, Geológico y a la Salud de las Personas, que se presenta en el capítulo correspondiente.

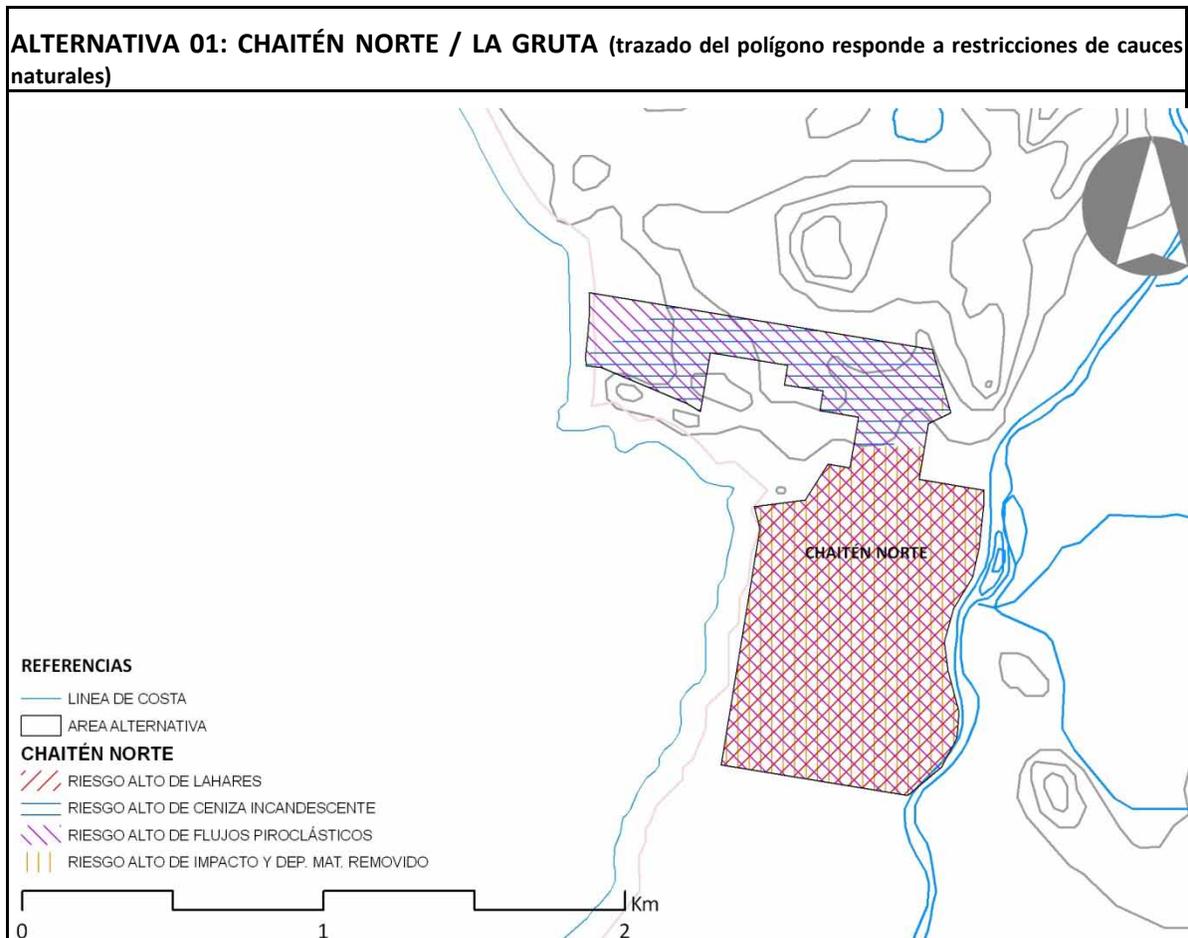
Con los antecedentes recopilados hasta la fecha en el presente estudio y analizando las variables más críticas para evaluar la factibilidad de reconstruir Chaitén (Peligro y Riesgo Geológico, así como el Riesgo a la Salud por exposición a las cenizas), **podemos concluir que existen escenarios alternativos más favorables que reconstruir Chaitén en su localización previa a la erupción** del volcán.

Atendiendo a que el volcán Chaitén se encuentra aún en erupción **no es recomendable iniciar un proceso de reconstrucción y retorno que ponga en riesgo la vida de las personas y la inversión pública mientras no se cuente con los antecedentes que garanticen las condiciones mínimas de seguridad.**

El siguiente esquema muestra los riesgos considerados en caso de desarrollarse la reconstrucción de Chaitén al norte de la ex calle Pillán y relocalizando la población hacia una zona de expansión urbana al norte de la ciudad según propuesta del SERVIU. Tal como se demuestra en los análisis

¹ Es importante aclarar que la alternativa de Chaitén Norte implica reconstruir para de la ciudad actual, lo que equivale a mantener la localización previa a la erupción.

posteriores, la alternativa de reconstruir Chaitén es poco recomendable dados los riesgos, tiempos, y que el diferencial de costos, además de incierto, no es relevante, respecto a otras inversiones como el nuevo puerto, que según estimaciones del MOP a la fecha lo más probable es que se construya en Santa Bárbara, aeródromo, que se estaría emplazando en el sector de Chana Sur, o incluso las obras de mitigación necesarias para viabilizar esta opción.



La evaluación de riesgos para la reconstrucción de Chaitén en su actual localización y extensión hacia el norte, fue incorporada en una matriz que es explicada en el capítulo 3.2 donde a continuación es comparada con otras alternativas de localización en las cercanías de la actual ciudad.

La siguiente tabla muestra el resumen de riesgos, la superficie afectada y la ponderación sobre la cual se calificó la alternativa de reconstruir Chaitén y extenderlo hacia el norte (Chaitén Alto).

	ALTERNATIVA 1			
	CHAITÉN NORTE			
PROCESOS	SUPERFICIE AFECTADA	VALOR FINAL	CALIFICACION	
SIN RIESGO				
LAHARES	73,42	6,44	MUY DESFAVORABLE	
FLUJOS PIROCLÁSTICOS	102,62	9,00	MUY DESFAVORABLE	
OLEADA CENIZA INCANDESCENTE	26,08	3,05	DESFAVORABLE	
AVALANCHAS VOLCÁNICAS			NO TIENE RIESGO	
REMOCIÓN EN MASA			NO TIENE RIESGO	
DEPOSITO MATERIAL REMOVIDO ALTO IMPACTO	73,77	12,94	MUY DESFAVORABLE	
DEPOSITO MATERIAL REMOVIDO - MODERADO IMPACTO			NO EXISTE ESTE RIESGO	
INUNDACIÓN			NEUTRAL –DEPENDE DE LA EVOLUCION DEL RIO EN LOS PROXIMOS MESES	
RIESGO PARA LA SALUD POR DEPOSITO DE CENIZAS VOLCÁNICAS			DESFAVORABLE	
TOTAL	102,61	31,43	MUY DESFAVORABLE	

EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA

LA ALTERNATIVA PRESENTA, DISTINTOS RIESGOS **EN TODA EL ÁREA DE INTERVENCIÓN – RECUPERACIÓN DE LA PROPUESTA**, PRESENTA ALTO RIESGO DE LAHARES, ALTO RIESGO DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS, ALTO RIESGO DE OLEADAS DE CENIZA INCANDESCENTE Y ALTO RIESGO DE IMPACTO Y DESPRENDIMIENTO DE MATERIAL.

TODOS LOS PROCESOS IDENTIFICADOS POR EL SERNAGEOMIN PRESENTAN UNA MAGNITUD ALTA Y SI BIEN EL 75% DE LOS PROCESOS PRESENTAN UNA **ESCALA PROBABILIDAD** DE OCURRENCIA, LA **MAGNITUD** DE LOS MISMOS ES ENTRE **CRÍTICA Y CATASTRÓFICA**.

2.1.1 Respetto a la Información Utilizada Como Base para el Análisis de Factibilidad de Reconstrucción de Chaitén

El presente estudio se planteó como un estudio de escenarios estratégicos, el cual por motivos de tiempo y urgencia recopilaría la información más confiable y reciente disponible para las distintas variables de análisis. En este sentido, en lo que refiere a Peligro y Riesgo Volcánico y Geológico, la información más completa y confiable sobre la cual se ha trabajado corresponde al informe “Evaluación Preliminar de los Peligros Geológicos en la Ciudad de Chaitén” preparado por SERNAGEOMIN a petición de la Intendencia Regional e incluido entre los documentos recopilados en la Etapa 1 del presente estudio.

Dicho informe, junto con los informes análogos para la zona costera de Ayacara y una serie de conversaciones con los técnicos vulcanólogos y geólogos de SERNAGEOMIN, emiten conclusiones de carácter preliminar que son considerados por el consultor como la base para el presente análisis, hasta que no se cuente con estudios más detallados que permitan acotar las áreas de riesgo y peligro volcánico, o sugerir medidas de mitigación a una escala más detallada.

En este sentido, es importante recalcar que entre las recomendaciones prioritarias que el consultor presentó en el Informe de avance de la Etapa 1 del presente estudio, se hace hincapié en la necesidad de contratar a la brevedad estudios específicos de riesgo y peligro geológico. Estos estudios en detalle según SERNAGEOMIN, podrían desarrollarse en el plazo de 2 a 18 meses dependiendo del área de extensión, ya que comprenderían tomas de muestras y evaluaciones de Carbono 14 y otra serie de levantamientos que podrían incluso extender los plazos a 24 meses.

Por lo anterior, y dada la necesidad de entregar a la autoridad la mayor cantidad de insumos objetivos para resolver la situación de Chaitén a la brevedad, el consultor considerará los estudios preliminares ya realizados por SERNAGEOMIN como la información base, mientras no se cuente con información detallada.

Sin desmedro de lo anterior, para el presente análisis, la información contenida en los informes preliminares de SERNAGEOMIN es suficiente para comparar y evaluar los distintos escenarios de reconstrucción/relocalización de Chaitén.

2.1.2 Consideraciones Respetto a la Factibilidad de Reconstruir Chaitén en Área de Riesgo

Si bien la actividad volcánica del Chaitén ha evolucionado en el último tiempo con una notoria disminución de la columna de gases, todos los especialistas consultados, incluidos expertos del Servicio Geológico de los Estados Unidos, la Universidad de Chile y los especialistas de la Universidad Austral que forman parte del equipo consultor han validado la evaluación preliminar de peligro volcánico realizada por SERNAGEOMIN y advierten que se mantiene vigente la “alerta roja” decretada por este organismo desde mayo del presente año. Esta situación de alerta se debe al peligro inminente que el volcán entre en una fase explosiva, que el crecimiento del domo produzca nuevo flujo de material por la cuenca del río Blanco (bloques, cenizas, flujos piroclásticos o lahares), o colapso de paredes laterales (como sucedió la última semana de Octubre).

Pese a lo anterior, un aspecto aún más crítico a considerar respecto a un eventual proceso de reconstrucción progresiva de Chaitén en su localización previa a la erupción del volcán, es el de los riesgos a la salud de los pobladores. Si bien las autoridades han advertido a la población de los peligros que reviste el regresar a la ciudad en ruinas y sus alrededores por el riesgo volcánico, a

este se suman otra serie de riesgos que pueden afectar la salud de las personas en el largo plazo, particularmente en lo que refiere a **eventuales enfermedades broncopulmonares debido a la exposición a las cenizas en suspensión.**

En la Etapa 1 del estudio se planteaba la necesidad de conocer las principales patologías registradas de la población afectada, para determinar los principales impactos registrados hasta la fecha, a fin de monitorear los efectos de la erupción del volcán en la salud de la población. Algunos de los impactos pueden ser determinados en los diagnósticos a corto plazo, sin embargo, uno de los principales impactos para la salud de las personas es la presencia de material particulado fino (PM2.5) en el aire, fruto de la ceniza volcánica en suspensión, que es el mayor responsable de problemas respiratorios en la población y sus efectos tóxicos se pueden percibir solamente en el largo plazo, por lo que se recomendaba iniciar los estudios de monitoreo del aire de la zona afectada y sus proximidades a la brevedad e incluir las posibles alternativas de relocalización de la ciudad en este estudio. Jorge Castro, geólogo del Programa Vulcanológico del Smithsonian Institution (EEUU), sostiene que el proceso eruptivo del volcán Chaitén es un proceso único en casi 100 años, ya que **existe un componente llamado Riolita, uno de los 10 elementos principales que forman el magma del volcán, que contiene 70% de sílice, elemento tóxico que se encuentra presente en el aire fruto de la ceniza en suspensión, ante cuya exposición puede provocar silicosis, que es una enfermedad fibrósica - cardiovascular de carácter irreversible que con frecuencia puede causar la muerte.**

De no determinarse con exactitud los efectos que la ceniza pueda tener en la salud de las personas, y considerando los miles de metros cúbicos de ceniza acumulados en la ciudad y sus alrededores, mientras no se cuente con estudios más detallados, es recomendable no iniciar un proceso de reconstrucción en Chaitén. Por otro lado, debido a la acción de los vientos predominantes y accidentes topográficos, en las cercanías de Chaitén existen localizaciones que no han sido afectadas por las cenizas, y que eventualmente podrían estar excluidas de estos riesgos.

Por otro lado, parte importante de la infraestructura sanitaria de la ciudad se encuentra destruida, gran parte de la red de alcantarillado se encuentra cortada, y la planta de tratamiento de aguas ha quedado aislada e inutilizada por el nuevo cauce del río Blanco por Calle Pillán. Si bien reportes de vecinos que han regresado indican que sus sanitarios y desagües presentan descargas normales, el destino de esas aguas servidas es desconocido, y eventualmente pueden aflorar en áreas que pueden exponer a la población a enfermedades. Al funcionamiento parcial de la red de alcantarillado hay que sumar la falta de agua potable, por la pérdida de parte importante de la red y la contaminación por cenizas del estero que alimenta al sistema.

Un último elemento a considerar en cuanto a la higiene y salud de las personas tiene que ver con los efectos de plagas de roedores que aprovechando el abandono y destrucción, puedan afectar a los Chaiteninos que decidan regresar a reconstruir. A ello se suman los riesgos de colapso de estructuras que hayan quedado debilitadas por la acción del río, o eventuales incendios producidos por fallas en los sistemas eléctricos dañados por el agua.

Pese a todos los riesgos planteados, y si se llegase a determinar que las cenizas no presentan riesgos a la salud, tanto vecinos de Chaitén como algunas autoridades han promovido la idea de un repoblamiento progresivo de la ciudad, sin embargo, mientras no se cuente con las medidas de alerta temprana, planes de evacuación y medidas de mitigación correspondientes, no es prudente proceder con este repoblamiento.

Otro argumento recurrente tendiente a relativizar la alerta roja volcánica decretada por SERNAGEOMIN, tiene que ver con que muchas localidades en el territorio nacional están emplazadas en áreas de riesgo, incluso localidades como Pucón o Melipeuco se encuentran en el área de peligro directo de volcanes activos. Sin embargo, el nivel de destrucción y la amenaza inminente del Chaitén, sumado a las condiciones ambientales producto de la ceniza demuestran que la localización actual de Chaitén reviste condiciones de peligro y riesgo críticos, que la diferencian de otras localidades en Chile.

Ya existe entre los principales actores y técnicos consenso en que el área al sur del actual cauce del río Blanco por la ex - calle Pillán en Chaitén es prácticamente irrecuperable. Si bien la propuesta de extensión urbana de Chaitén hacia el norte, desarrollada por SERVIU a petición del Intendente consideraba que se podían recuperar cerca de 70 Hectáreas en el plano de Chaitén, en el mejor de los escenarios para la reconstrucción de Chaitén sólo podrían recuperarse del orden de 30 Hectáreas, si se consideran además las cesiones y fajas para construir las defensas fluviales mínimas. Esto significa que sólo cerca de 30 % de la ciudad actual se puede recuperar si se mitigaran adecuadamente los peligros y riesgos.

En este sentido, cualquier escenario de reconstrucción/relocalización de Chaitén, hasta el más optimista significa el desarrollo de un nuevo plan y proyecto urbano, incluso si se mantiene la actual localización con las debidas modificaciones y mitigaciones.

Atendiendo a que el proceso de reconstrucción/relocalización de Chaitén se desarrollará contando con todos los antecedentes recopilados hasta ahora, es evidente que **como política de Estado no es adecuado planificar el territorio ni diseñar asentamientos humanos en áreas de peligro, más aún si existen alternativas comparables que no revisten similar grado de peligro y aseguran un desarrollo futuro de la comunidad sin mayor sacrificio a su calidad de vida**, cosa que en Chaitén actual lamentablemente no podemos garantizar hoy.

Por otro lado, las políticas de desarrollo urbano y rural en nuestro país deben evitar los asentamientos humanos en áreas de riesgo, o al menos entender que no se puede facilitar la habitación en áreas de riesgo sin sacrificar la calidad de vida de sus habitantes.

En la mayoría de los casos en que nuestras ciudades y pueblos están localizados en áreas de riesgo o peligro, esto se debe a que los mapas de peligro son posteriores a los asentamientos humanos, como es el caso de Hornopirén o Melipeuco. En estos casos, si no hay alternativas o urgencia de relocalización, se deben mitigar los posibles efectos de dichos riesgos. Sin embargo, en algunos casos las medidas de mitigación pueden tener costos mayores que los beneficios sociales esperados de preservar o defender dichas localidades.

Si el Estado determina que es necesario implementar medidas de mitigación de cierta envergadura, estas deberán al menos someterse a un análisis de costo/beneficio que justifique la inversión. Lamentablemente, en la mayoría de los casos el único beneficio de las obras de mitigación es el del “daño evitado” ya que en rigor mantiene a las ciudades en las mismas condiciones previas a que se determinara el riesgo o peligro. Este es el criterio que se aplicó en Japón luego de la erupción del volcán Unzen, donde aquellos pueblos pequeños y caseríos que no presentaban mayor valor patrimonial debieron ser relocalizados, y sólo se construyeron defensas y obras de mitigación en aquellas áreas urbanas cuyo valor justificaba las cuantiosas inversiones de protección.

El dilema que vive Chaitén también lo están experimentando localidades más grandes y complejas como Pucón, cuyo Plan Regulador Comunal se encuentra congelado mientras se defina un mapa de peligros y estudios de factibilidad de defensas que permitan mitigar los riesgos volcánicos. Esta

situación sería análoga y crítica **si se decide reconstruir Chaitén, ya que existiría la imposibilidad de otorgar permisos de edificación y recepción final de obras hasta que no se despeje la incógnita respecto a las áreas de restricción de edificación.**

En aquellos casos en que se justifique la mantención de las actividades y asentamientos humanos en áreas de riesgo, se requerirá, como condición mínima de co-habitación con el volcán los siguientes aspectos:

- **Mapa de Peligro en Detalle:** determinado por un Estudio Geológico completo, que considere análisis de datos cronológicos, retorno y características de los procesos, recurrencia de episodios, pruebas de carbono 14, y todas aquellas variables que aborden de forma más detallada el grado de afectación que estos procesos revisten a las localidades, red vial, puentes y otros sistemas antrópicos presentes en el territorio, determinando el grado de vulnerabilidad de la zona. Este mapa debe realizarse a una escala adecuada para la planificación urbana y de ordenamiento territorial del orden de 1:10.000 o mayor. Por último, este estudio debe incluir consideraciones de ingeniería en mecánica de suelos o la utilización de análisis y técnicas de la ingeniería geotécnica que complementen los métodos del mapeo geológico.
- **Sistema de Vigilancia Volcánica y Monitoreo:** Los volcanes activos son en sí atracciones turísticas y la implementación de sistemas de monitoreo remoto y en tiempo real pueden viabilizar la posibilidad que las personas puedan disfrutar del fenómeno natural, como es el caso del Kilawea en Hawái. Lamentablemente los costos de monitoreo para volcanes cercanos a asentamientos humanos son muy costosos, y pueden variar desde decenas de miles de dólares hasta 2 millones de dólares como el caso del Kilawea, cuyo plan de monitoreo incluye una red de sensores y helicópteros para sobrevolar constantemente el cráter. Entendiendo que más allá del Chaitén, Chile hoy tiene más de 110 volcanes activos, el acceso a recursos para contar con un plan adecuado de monitoreo es aún incierto. El Gobierno, a partir de la tragedia de Chaitén ha iniciado un plan de cooperación para el monitoreo, pero esta es más bien una iniciativa de largo plazo.
- **Alerta Temprana y Educación (Población Organizada):** Eventualmente se podría mantener asentamientos humanos menores pre-existentes en áreas de riesgo, donde se asegure una alerta de al menos 30 minutos de anticipación. Ello requiere contar con los elementos de monitoreo adecuados, así como vías y medios de evacuación que no estén expuestos a los peligros del volcán.
- **Obras de Mitigación:** Finalmente, en aquellos casos en que se justifique mantener actividades de habitación en áreas de alto riesgo, es mandatorio contar con las debidas obras de infraestructura de mitigación que correspondan a los distintos tipos de riesgos involucrados, considerando períodos de retorno, magnitud de las obras y sobre todo, el impacto que ellas generarán en la imagen ambiental y la imagen urbana del pueblo o ciudad.

Es necesario aprender a convivir con las fuerzas vivas de la naturaleza, y debe existir el ánimo y la voluntad de las autoridades y la comunidad por establecer patrones de desarrollo en armonía con la naturaleza, con asentamientos que respeten los accidentes naturales, con huella ecológica neutra, industria y turismo sostenibles.

Hoy contamos con información y medios para planificar y construir ciudades en lugares apropiados, y no podemos obviar esto. Teniendo la posibilidad de desarrollar los estudios en detalle, si la autoridad decide reconstruir Chaitén en su actual localización, deberá hacerse responsable política, ética y judicialmente de su decisión.

Dependiendo de la celeridad con que la autoridad y los técnicos puedan realizar los estudios y mapas de peligro en detalle, se establezcan los sistemas de monitoreo y alerta temprana, se definan, evalúen y construyan las medidas de mitigación para asegurar a la población y las propiedades de Chaitén actual, **se requerirá de al menos 2 años para afinar estos argumentos.** Si las autoridades cuentan con el tiempo para realizar los estudios adicionales, se podría resolver este problema, pero como se demuestra en los capítulos posteriores, contamos con antecedentes que indican la presencia de alternativas más seguras que requerirán menor tiempo de desarrollo que la reconstrucción de Chaitén.

2.2 Ahorro Potencial de Mantener la Localización Actual de Chaitén: Valorización de las Viviendas y Equipamiento de Chaitén que Eventualmente Podrían Recuperarse

2.2.1 Cálculo del Perímetro de Eventual Recuperación

Para estimar las edificaciones que eventualmente podrían ser reutilizadas, se utilizaron fotografías tomadas en terreno, en conjunto con un estudio realizado por el MINVU, SERVIU, MOP, Intendencia y Delegación, en Junio de 2008, acerca de los daños producidos sobre el patrimonio de Chaitén post-erupción. El primer filtro utilizado fue seleccionar como área de posible recuperación sólo el área de la ciudad que estaba fuera de la zona de daños en dicho estudio. Esto, con el fin de que dentro de la zona no existiesen viviendas totalmente enterradas por las cenizas, o construcciones arrastradas total o parcialmente por el desborde del río, o edificaciones que tuvieran daños ostensibles sobre su estructura.

Fotografía 1. Área considerada como eventual perímetro de recuperación en contraste con el área más afectada de la ciudad



Fuente: Nicole Norel, OCUC, 25 Noviembre 2008.

A través de la metodología descrita anteriormente, se calculó la superficie de la zona recuperable, obteniendo un área de 27,06 hectáreas, las que se distribuyen del siguiente modo:

Tabla 1. Superficie total eventualmente recuperable

	M2	HÁ	%
SUPERFICIE TOTAL ZONA RECUPERABLE	270.554	27,06	100,%
CALLES	103.977	10,40	38,4%
SUPERFICIE ÚTIL	166.576	16,66	61,6%

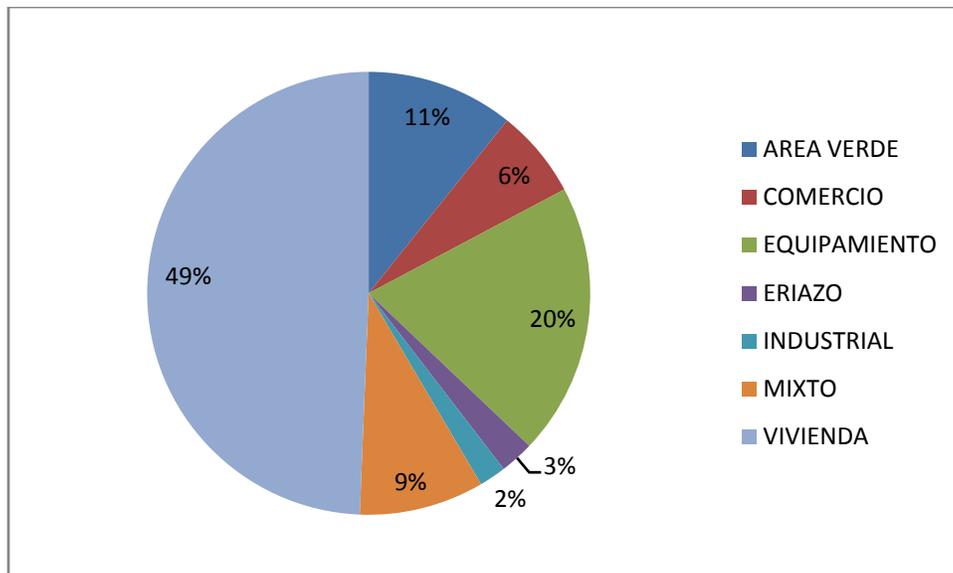
Fotografía 2. Área considerada como eventual perímetro de recuperación



Fuente: Nicole Norel, OCUC, 25 Noviembre 2008.

Además se dividió la superficie útil (sin contar las calles) entre los diferentes usos dando como resultado el siguiente gráfico:

Gráfico 1. División de superficie recuperable, por uso



Como puede observarse en el Gráfico 1, el 49% de la superficie corresponde a vivienda, el 20% a equipamiento, y 9% es mixto. Otro valor a tener en cuenta es el 11% de área verde.

2.2.2 Identificación del Tipo de Edificaciones Existentes en el Perímetro de Recuperación

Para calcular el tipo de edificaciones, se hizo un análisis manzana por manzana del estándar de las viviendas, y otros equipamientos ahí ubicados:

Estándar de las viviendas: Se catalogaron las viviendas en las de “bajo estándar” y “alto estándar”. Para ello se supuso que todas las viviendas de una manzana pertenecían al mismo estándar, y se catalogaron a través de inspección visual de las fotografías. En la categoría de vivienda se incluyó también establecimientos de comercio, debido a la utilización del mismo sistema constructivo para las edificaciones de ambos usos.

Tipo de equipamiento: Para cada manzana se dividió el terreno entre el destinado a vivienda y el destinado a equipamiento. El equipamiento se separó entre hoteles, colegios y edificaciones institucionales, dentro de las cuales se encuentran la Gobernación y la Posta. Tanto el edificio del Juzgado como el edificio Municipal no se incluyeron dentro de esta categoría debido a que su sistema constructivo y niveles de terminaciones eran muy distintos a la Posta o la Gobernación. Es por esto que a ambas construcciones se les adjudicó el valor UF/m² de una vivienda de alto estándar.

Además se calculó la superficie destinadas a áreas verdes y sitios eriazos, aunque no se valorizaron.

2.2.3 Cálculo del Costo de Cada Tipo de Edificaciones

Para calcular el costo de las viviendas, se utilizaron diferentes valores por metro cuadrado para cada estándar. Las viviendas de alto estándar cuentan con un sistema estructural de madera y terminaciones de un nivel superior, mientras que las de bajo estándar también son estructuralmente realizadas en madera, sin embargo el nivel de terminaciones se muestra claramente inferior a las de alto estándar. Cabe destacar que la clasificación se realizó mirando solo el exterior de las viviendas, sin tener acceso al interior, con lo que quizás muchas viviendas que por fuera parecieran ser de bajo estándar, en su interior podrían tener un alto nivel de terminaciones (pisos, cielos, etc.) y viceversa.

Para el caso del equipamiento, se consideró el mismo valor por metro cuadrado para los hoteles y la gobernación, debido a los altos niveles de terminación que requieren los hoteles y el sistema constructivo utilizado en el edificio de la Gobernación, el concreto. Para el colegio, en cambio, se consideró un valor menor, debido a una menor calidad de la construcción.

El valor en UF/m² se obtuvo de arquitectos y constructores con experiencia en la zona.

En la siguiente tabla se especifican los valores utilizados:

Tabla 2. Estimación de valor en UF/m2 de cada tipo de edificación

Tipología	Valor UF/M2
Vivienda menor estándar	12
Vivienda mayor estándar	17
Hoteles	20
Colegio	15
Gobernación y Posta	20

Como resultado de este análisis se obtiene, un precio promedio de las viviendas cercano a las 2.000 UF² (Tabla 3).

Tabla 3. Valor total de viviendas

Superficie total M2	29.913
Nº Total de viviendas	205
UF/M2 promedio	13,2
Costo promedio vivienda en UF	1.932

Considerando todas las edificaciones recuperables, se estimó el valor total de las viviendas y equipamientos en 863.888 UF, de esto 396.019 UF equivalen a viviendas, y 467.869UF a edificaciones con otros usos.

Es importante destacar que en caso de reconstrucción en Chaitén Norte, estas estructuras deberán ser reacondicionadas para su uso (remoción de escombros, rehabilitación de sistemas de electricidad, empalmes de agua potable y alcantarillado, entre otros), para lo cual deberán desembolsarse ciertos costos. Para reconocer estos costos se ha descontado del valor total de las edificaciones, un valor de rehabilitación estimado en 10%, dando lugar al valor castigado.

Tabla 4. Valor total de viviendas y equipamientos

Valor total UF	863.888
Valor total US\$	29.060.749
Valor US\$ castigado*	26.154.674

*Corresponde al valor total castigado en 10%

En conclusión, el ahorro total para el Estado que significaría mantener parte de Chaitén en su localización previa a la erupción del volcán es de \$ 26 Millones de dólares más un rango de 0 a 6 Millones de dólares, que dependerá de la condición en que se encuentre la infraestructura sanitaria del área recuperable.

² Cabe destacar que este promedio no es extrapolable al resto de la ciudad, por cuanto el sector recuperable corresponde a las edificaciones de mejor calidad. A modo de ejemplo no existe vivienda social en esta zona, que en total son aproximadamente 285 en Chaitén, con un precio promedio inferior a las 400 UF.

Este ahorro se ve afectado en parte por las obras de mitigación que habría que considerar para proteger esta parte de la ciudad y acotar los riesgos volcánicos. Para motivos de este estudio no se han estimado los costos de estas obras, ya que no existen soluciones estándar, pero a continuación se presentan una serie de casos internacionales que ilustran la envergadura, altos costos involucrados y complejidad, que obras de este tipo requerirán para mantener Chaitén en su actual localización.

Por último, el Chaitén actualmente devastado por el volcán corresponde a la tercera localización del pueblo en su historia. El hecho de relocalizar la ciudad en las cercanías no parece un problema significativo para la mayoría de los Chaiteninos entrevistados por el consultor, si se les asegura que se respetará su cultura, historia y estilo de vida.

2.3 CONSIDERACIONES RESPECTO A LA MAGNITUD Y ESCALA DE LAS EVENTUALES MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En las diversas rondas de discusión respecto a la factibilidad de reconstrucción de Chaitén, se ha establecido como variable a considerar las eventuales medidas y obras de mitigación de lahares y/o remoción en masa que aseguren la reducción del área de peligro y riesgo definido por SERNAGEOMIN.

Si bien el Gobierno Regional, junto al CMT y el MOP han iniciado un plan de construcción de defensas fluviales por medio del enrocado del nuevo curso del Río Blanco de manera de proteger la ciudad y el puente, estas medidas son sólo efectivas para eventuales crecidas del río y no constituyen medidas de mitigación adecuadas para posibles lahares o flujos piroclásticos que amenacen la ciudad.

2.3.1 Referentes de Mitigación de Riesgo Volcánico

En este sentido, y ante la ausencia de estudios detallados de las medidas de mitigación adecuadas, se hace necesario presentar casos análogos a lo que requeriría Chaitén en caso que se resuelva reconstruirlo en su localización previa a la erupción.

Estos casos permitirán dimensionar la envergadura, complejidad e impacto en la imagen urbana y ambiental de Chaitén, así como aportar a la reflexión en términos de los costos comprometidos en este tipo de obras.

A *Volcán Unzen - Japón*

Luego de casi 200 años inactivo, el Volcán Unzen entró en un ciclo eruptivo en 1990. Entre 1991 y 1995 el Unzen presentó varios eventos eruptivos, produciendo daños significativos en las localidades de Shimabara y alrededores con un costo de más de 2 mil millones de dólares.

Fotografía 3. Área afectada por la erupción del volcán Unzen en Shimbara.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

El crecimiento del domo se mantuvo continuo desde mayo de 1991, con colapsos del mismo y flujos piroclásticos frecuentes. El monto total de lava alcanzó aproximadamente los 0,2 kilómetros cúbicos, y cerca de diez mil flujos piroclásticos fueron detectados durante los cuatro años de erupción. Cuarenta y cuatro personas perdieron la vida, incluyendo a un grupo de vulcanólogos franceses y americanos que fueron alcanzados por los flujos piroclásticos. Más de 2.000 edificaciones fueron destruidas. Los científicos japoneses han mantenido un monitoreo constante del Unzen, atendiendo a que es candidato a ser un volcán de crecimiento del domo a largo plazo. La generación de flujos piroclásticos y mayores deformaciones del domo han decrecido desde 1995.

Fotografía 4. Efectos de la erupción del volcán Unzen en Shimbara.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Fotografía 5. Efectos de la erupción del volcán Unzen en Shimbara.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Pese a que las autoridades no contaban con la experiencia previa, ni la capacidad para estimar la ocurrencia de eventos como la erupción del Unzen, el gobierno Central de Japón y la Prefectura de Nagasaki iniciaron de inmediato un plan de medidas para reducir la expansión de los efectos del desastre.

- Las primeras acciones fueron la preparación de un mapa de peligros y riesgos en detalle, que orientara los planes de evacuación, y la ejecución de trabajos provisorios tales como la remoción de sedimentos y la instalación de sensores.
- La segunda fase de acción inmediata fue el desarrollo de tecnologías de construcción a control remoto para ejecutar las medidas y obras necesarias para la mitigación de flujos piroclásticos y lahares.

Las medidas de acción se basaron en tres puntos de vista:

1. Enfrentar la complejidad de múltiples fenómenos en forma integral
2. Las obras debían ser ejecutadas en el menor de los plazos posible
3. Asegurar la seguridad de los trabajadores comprometidos en las obras de mitigación

Residentes, académicos y autoridades lograron enfrentar el desastre del Monte Unzen en una dinámica de cooperación y coordinación integral. Como resultado de la ejecución de las medidas de mitigación, el área de seguridad de la ciudad de Shimabara fue restituida, y las comunidades reconstruidas.

Fotografía 6. Plan Maestro de Obras de Mitigación SABO Volcán Unzen



Fuente: Von Bischoffhausen basada en información del Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Las obras de mitigación del Unzen consisten en su mayoría en barreras de contención y la canalización de los cursos, por donde descienden avalanchas de sedimentos volcánicos y coladas de lavas. Estas canalizaciones permiten guiar y contener estos flujos fuera de las áreas urbanizadas.

Fotografía 7. Vista de las obras de mitigación en Shimbara.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Fotografía 8. Vista de las obras de mitigación de riesgos del volcán Unzen. Se aprecia la escala de los diques y disipadores de energía construidos en el lecho del Mizunashi.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Fotografía 9. Vista de Dique de contención tipo utilizado en Shimbara.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Junto con las barreras y canalizaciones, se construyen en zonas de mayor pendiente barreras transversales o disipadores de energía que permiten disminuir la velocidad y energía kinetica del flujo, además de servir como trampas para elementos de gran tamaño que puedan afectar a la infraestructura ubicada en los puntos bajos del caudal.

Fotografía 10. Ejemplo de Disipador de energía construido en área de riesgo del volcán Unzen en Shimbara.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Fotografía 11. Uso de maquinaria con tecnología de control remoto en construcción de disipadores de energía del volcán Unzen en Shimbara.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Fotografía 12. Disipadores de energía en funcionamiento durante una de las erupciones del volcán Unzen en Shimbara.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Fotografía 13. Disipadores de energía del volcán Unzen en Shimbara. Se aprecia el ancho de los disipadores de más de 120 metros de ancho, sin considerar los diques laterales y la trampa de escombros.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

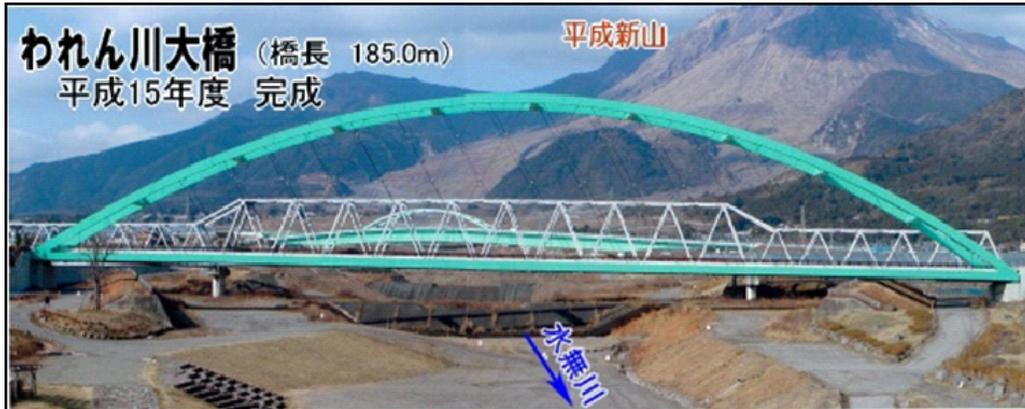
Otro aspecto relevante en la construcción de las obras de mitigación del Unzen fue lograr la continuidad entre ambas riberas, particularmente atendiendo a la necesidad de conectividad transversal entre ambas partes de la ciudad sin interrumpir ni obstaculizar el flujo de lahares o sedimento. Para ello se construyeron una serie de puentes con estructuras de arco o tensadas que redujeron o eliminaron el número de pilares en el cauce. Esto asegura el flujo continuo de material y evita que las vías de escape y ayuda sean destruidas en caso de erupciones futuras.

Fotografía 14. Obras de mitigación del volcán Unzen en Shimbara. Se aprecian los puentes y estructuras que no interrumpen el lecho del río.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Fotografía 15. Ejemplo de puentes y estructuras que no interrumpen el lecho del río.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Fotografía 16. Obras de mitigación del volcán Unzen en Shimbara. Se aprecian los puentes y estructuras que no interrumpen el lecho del río.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

Desde el punto de vista urbano, estas obras permiten mejorar las condiciones de seguridad, recuperar terreno para nuevos desarrollos y mantener la continuidad entre los bordes del río. Sin embargo, se produce un fuerte impacto en la imagen urbana y ambiental de la ciudad y su entorno, con la intervención total del paisaje del río y sus bordes.

En total, en el lecho del río Mizunashi se construyeron 40 barreras, 2,5 kilómetros de diques, en el río Nakao se localizaron 14 barreras y 2,5 kilómetros de diques, y una barrera en la cuenca del río Yue.

Fotografía 17. Vista del caudal permanente del río Mizunashi y las obras de mitigación.



Fuente: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

2.3.2 Referentes de Medidas de Mitigación para Riesgos de Remoción en Masa: Islandia

A *Siglufjordur*

Siglufjordur es un pueblo de aproximadamente 1500 habitantes localizado al norte de Islandia. Después de los aludes de 1995, el gobierno de Islandia promovió la construcción de barreras para proteger a la población.

En 1997 se diseñaron dos barreras, la menor de 200m de largo y 15 de altura, para la cual se utilizaron 29.000 m³, y una mayor de 700 m de largo y 18 de alto para la cual se requirieron 320.000m³ de material, las que se terminaron de construir en 1999.

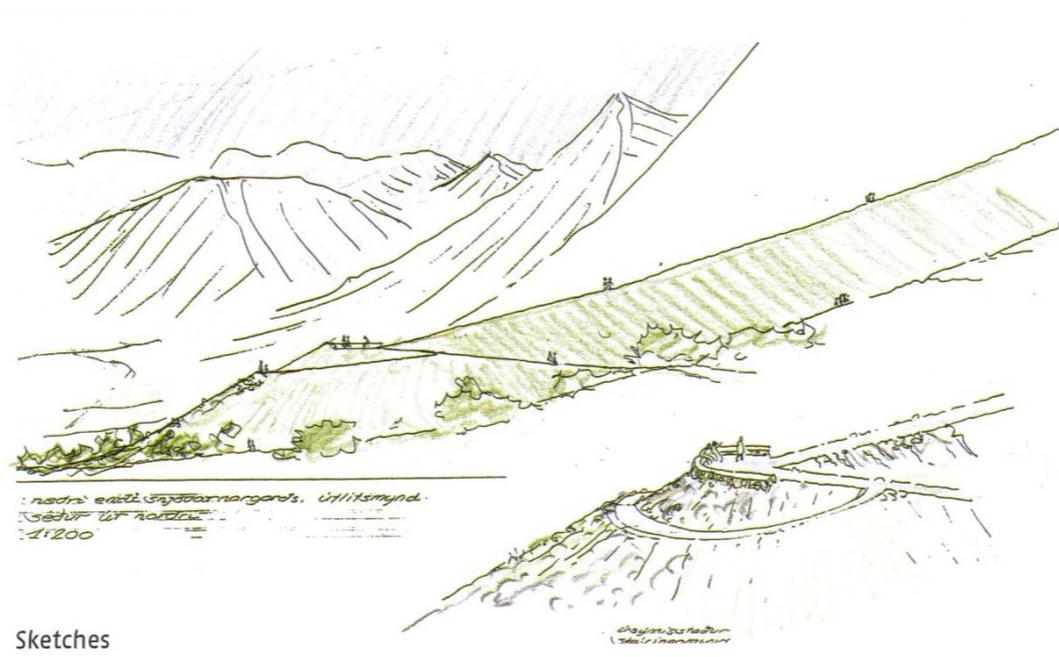
El diseño de ingeniería de las obras contempló un cuidado diseño paisajístico y actualmente funcionan como paseo y lugar de observación de la ciudad.

Fotografía 18. Vista de las obras de mitigación de remoción en masa, Siglufjordur, Islandia.



Fuente: Ultimate Landscape Design.

Fotografía 19. Croquis de la propuesta de paseos peatonales de las obras de mitigación de remoción en masa, Siglufjordur, Islandia.



Sketches

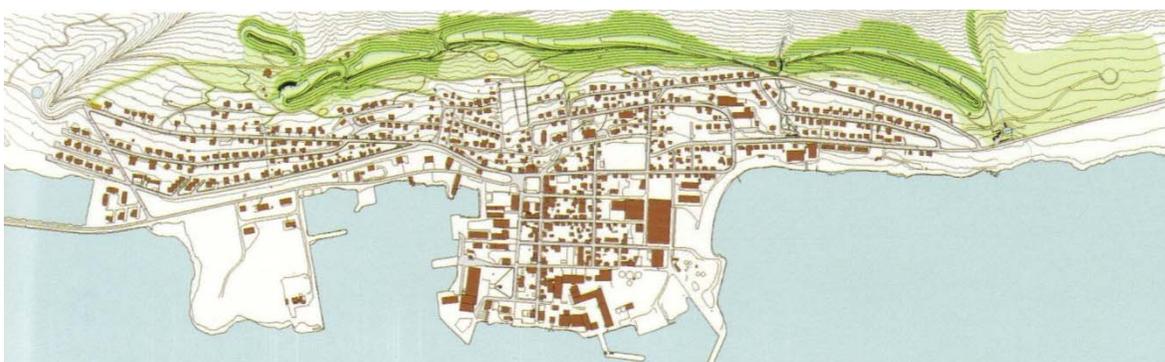
Fuente: Landslag Landscape Architects.

Fotografía 20. Vista general de Siglufjordur, en rojo aparecen las áreas de riesgo de remoción en masa, Islandia.



Fuente: Ultimate Landscape Design.

Fotografía 21. Plano general de Siglufjordur, en verde aparecen los diques de contención, Islandia.



Fuente: Ultimate Landscape Design.

Fotografía 22. Vista de Siglufjordur desde el mar en invierno, detrás del pueblo se aprecia dique de contención, Islandia.



Fuente: Ultimate Landscape Design.

Fotografía 23. Vista del dique de contención, Siglufjordur, Islandia.



Fuente: Ultimate Landscape Design.

B *Flateyri, Islandia*

Flateyri es un pueblo localizado en el noroeste de Islandia, con una población de 289 habitantes. Debido a condiciones geográficas y de clima, se encuentra expuesto a constantes riesgos de avalanchas.

Si bien la parte antigua del pueblo se localiza en una península que se adentra en el fiordo, a medida que el pueblo fue creciendo las nuevas construcciones comenzaron a localizarse cerca de las montañas, en áreas de mayor riesgo. Así, en octubre de 1995 una avalancha destruyó parte de este pueblo, cobrando la vida de veinte personas.

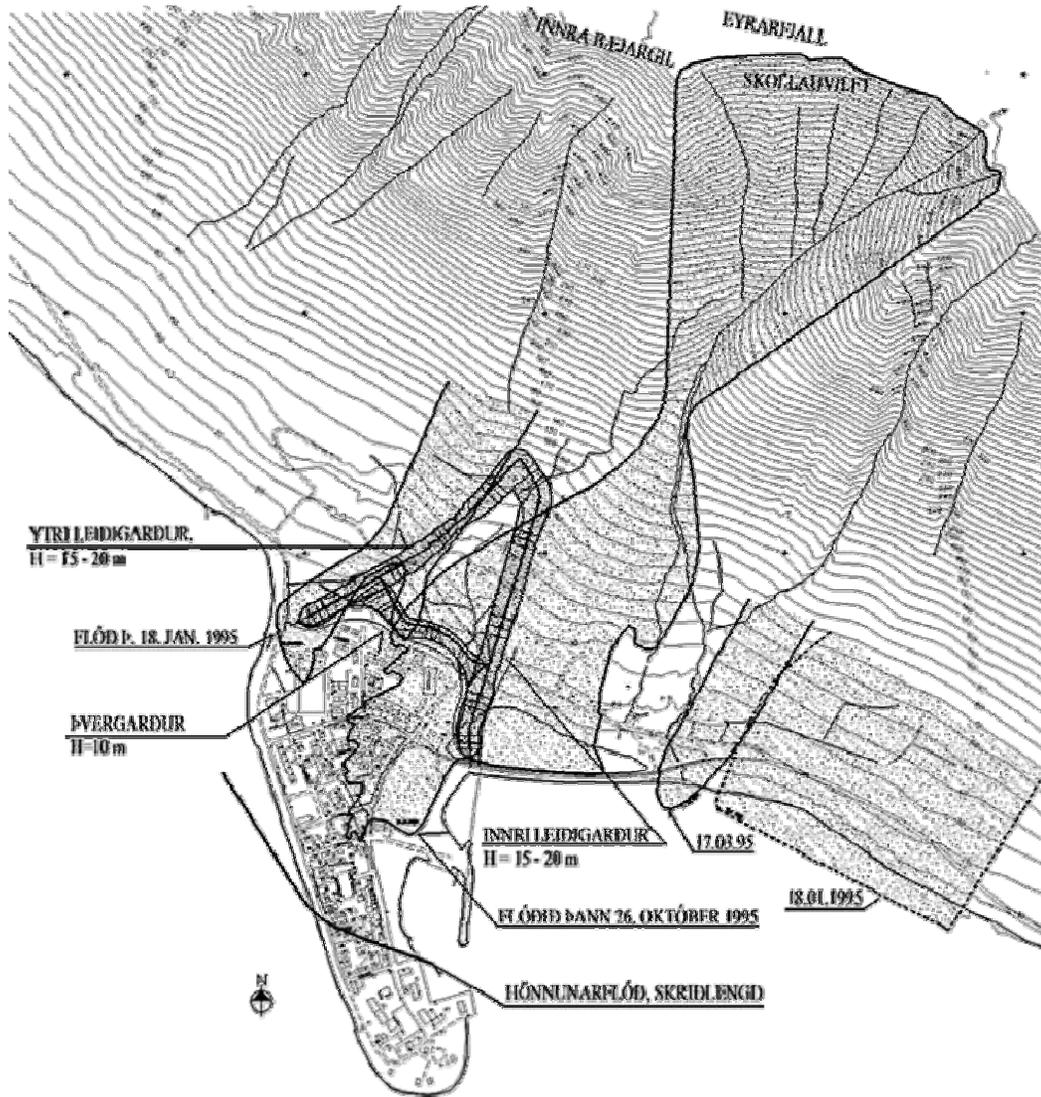
Fotografía 24. Vista aérea de Flateyri, que muestra las barreras de desvío y contención de remoción en masa, Islandia.



Fuente: VST Consulting Engineers.

A partir de este evento se impuso la realización de obras de mitigación correspondientes a la construcción de dos barreras de desvío y contención de avalanchas. La barrera de desvío tiene aproximadamente 600 metros de largo a cada lado, y una altura de 15 a 20 metros. En caso que parte de la avalancha sobrepase las barreras, existe una segunda barrera interior de 350 metros de largo y 10 metros de alto que la detendría. Las barreras fueron diseñadas considerando un período de retorno de 1000 a 500 años. En cuanto a la materialidad de las obras, se consideró un tratamiento paisajístico que comprometiera vegetación natural.

Fotografía 25. Plano de las áreas de riesgo y dimensiones de las barreras de desvío y contención de remoción en masa, Islandia.



Fuente: VST Consulting Engineers.

Fotografía 26. Vista de Flateryri, que muestran las barreras de desvío y contención de remoción en masa, Islandia.



Fuente: VST Consulting Engineers.

Fotografía 27. Barreras de desvío y contención de remoción en masa en Flateryri, Islandia.



Fuente: VST Consulting Engineers.

3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS DE RELOCALIZACIÓN

3.1 POTENCIAL URBANO DE CABIDAS PRELIMINARES

Este capítulo busca identificar el potencial urbano de cada una de las localizaciones, a partir de las cabidas preliminares desarrolladas en esta etapa. El objetivo es poder informar la evaluación integral de las alternativas, no sólo desde la perspectiva de minimizar las restricciones y costos, sino también a partir del carácter que le imprime una localización específica a una ciudad. Este carácter supone la posibilidad de que la ciudad tenga una imagen o identidad que la haga memorable, capital esencial para el desarrollo económico y turístico de una ciudad modelo como la que se propone para Chaitén.

La descripción de las localizaciones se hace a partir de dos enfoques: las restricciones y el potencial urbano. Las restricciones comprenden variables que incidirían en los costos o representarían dificultades especiales, siendo éstas: riesgo (mitigable/no mitigable/alto/medio), conectividad (distancia Chaitén actual/carretera/puerto), asoleamiento, suelo y viento. El potencial urbano describe brevemente aquel atributo que le otorgaría un carácter especial a la nueva ciudad.

Los supuestos sobre los cuales se hicieron las cabidas son:

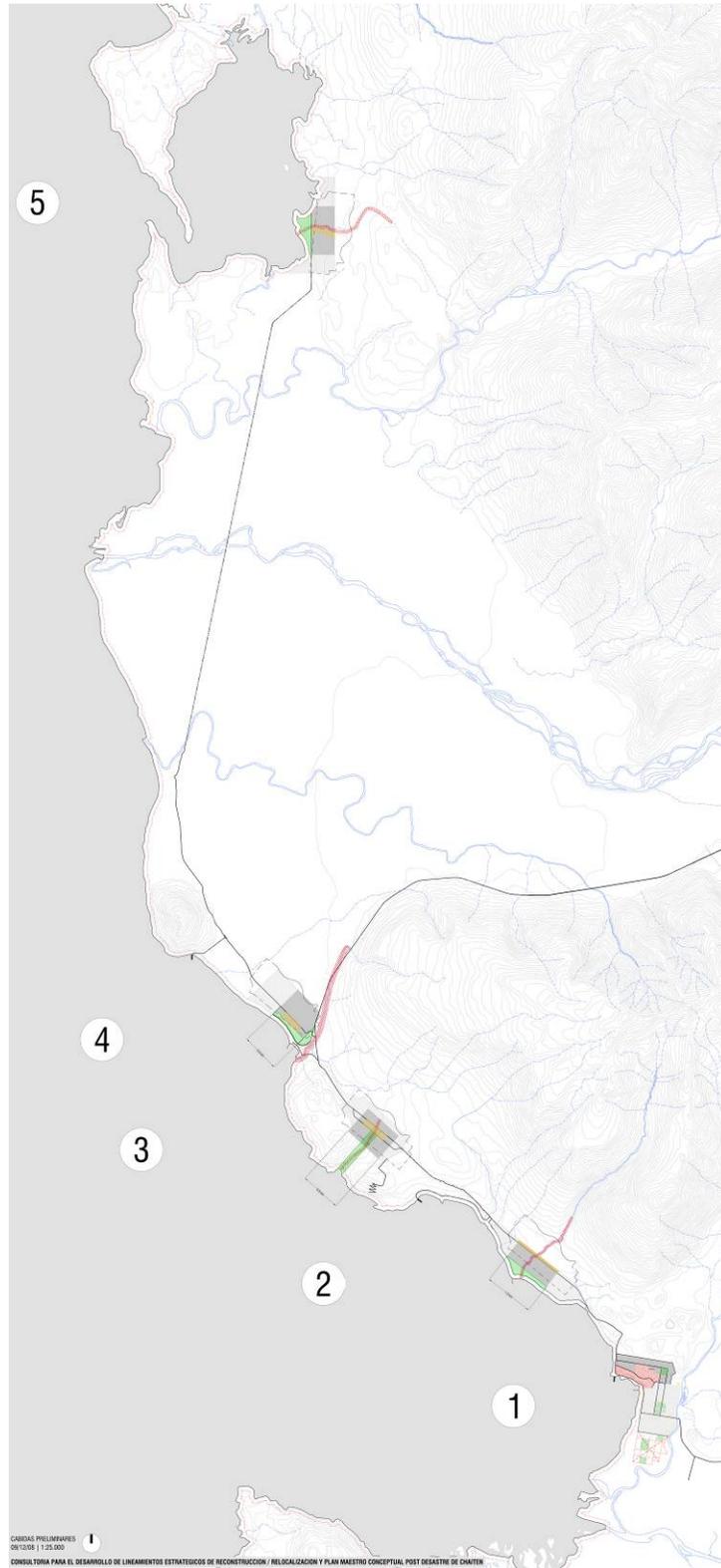
VIVIENDA	40 Hectáreas (1ª etapa)
SERVICIOS	5 Hectáreas (ambas etapas dado su carácter provincial)
EQUIPAMIENTO	10 Hectáreas (incluye áreas no edificables –plazas, áreas verdes– además de los lotes destinados a programas educacionales y turísticos).
VIVIENDA 2ª ETAPA	45 Hectáreas
TOTAL ÁREA URBANA	100 Hectáreas

Estas superficies se obtuvieron del análisis del plano de catastro de Chaitén previo al desastre, con el objeto de tener una base de referencia común con la alternativa de reconstrucción.

El área urbana propuesta de 100 Hectáreas (en dos etapas) se obtiene de descontar del polígono del área urbana actual de Chaitén de 140. Para ver mayor detalle de los supuestos empleados ver Anexo 1.

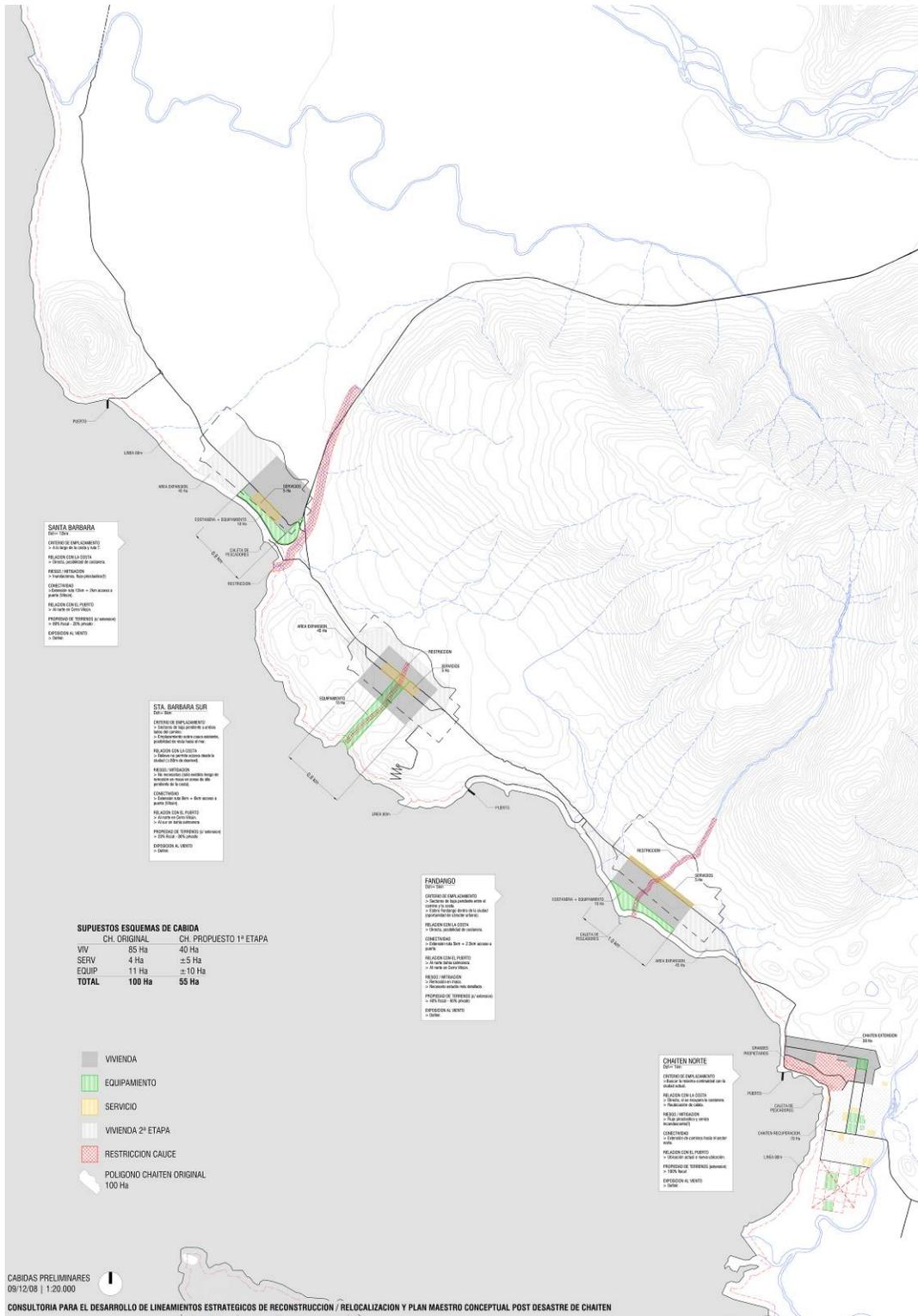
Cabe mencionar que todas las alternativas tienen posibilidades de expansión sobre las 100 Hectáreas totales, salvo por alternativa de Chaitén Norte que se ve más limitada por la geografía, generando costos relativos mayores y una trama menos integrada al Chaitén original.

Plano 1. Plano de las cinco alternativas



Fuente: Elemental S.A.

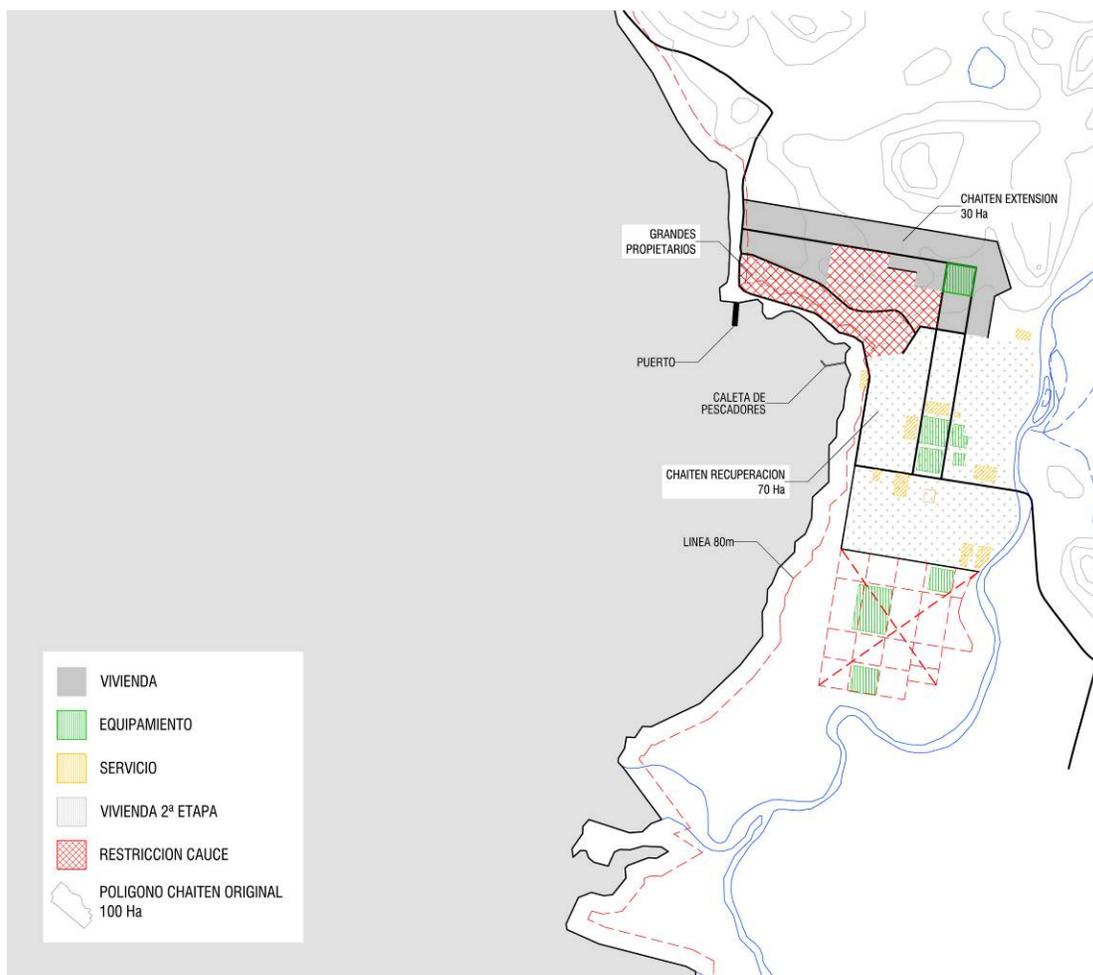
Plano 2. Encuadre sobre las cuatro alternativas cercanas a Chaitén



Fuente: Elemental S.A.

3.1.1 Alternativa 1: Chaitén Norte

Plano 3. Chaitén Norte



Fuente: Elemental S.A.

A Restricciones

- > **RIESGO**: Alto peligro de flujos piroclásticos y lahares, eventualmente no mitigable.
- > **CONECTIVIDAD**: Sobre ruta alternativa de acceso a Chaitén. Se considera la extensión de calles de la trama urbana original. Todas las alternativas de puerto que se manejan quedarían al norte de la ciudad.
- > **SUELO**: Sin información suficiente. Relieve complejo y cursos de agua requieren de una prospección más detallada. Se sospecha de condiciones de drenaje no muy favorables.
- > **ASOLEAMIENTO**: Parcialmente afectada por la sombras proyectadas por la cordillera al oriente durante las primeras horas de la mañana del invierno. El resto del día y del año las condiciones son favorables (ver Anexo 2).

> VIENTO: Dada la dirección predominante del viento y su intensidad, no aparece una variable relevante al respecto que diferencie esta localización respecto del resto de las alternativas de la zona más cercana a Chaitén (ver Anexo 3).

B ***Potencial Urbano***

El criterio de emplazamiento busca lograr la mayor continuidad posible entre la ciudad existente y la extensión en el sector norte, y distribuir los nuevos lotes a partir del camino existente. De todas maneras, esta continuidad sería difícil de conseguir dado el relieve irregular y un sector de grandes lotes que probablemente no podrá ser intervenido.

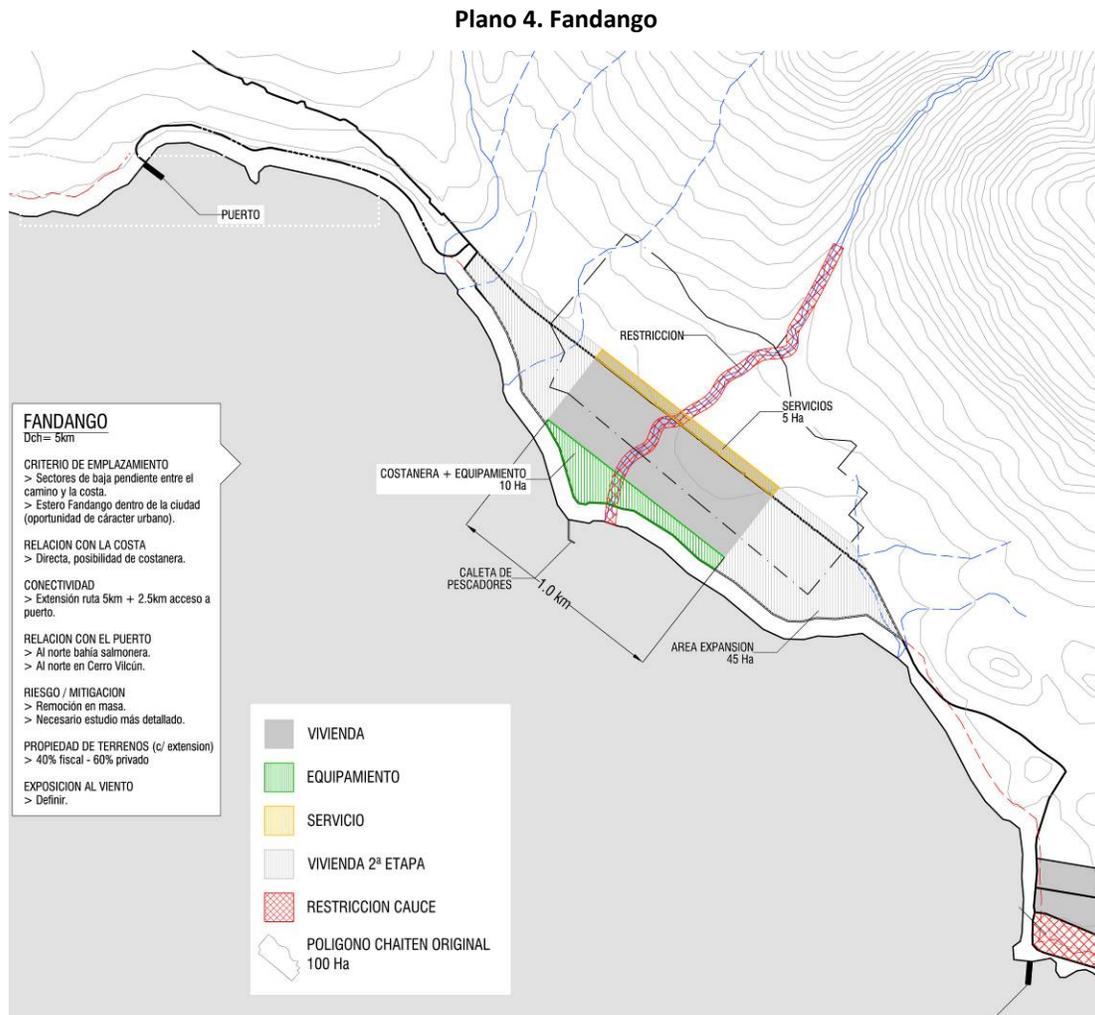
No tiene acceso directo a la playa aunque el sector poniente puede tener vista al mar. Su potencial, que es al mismo tiempo una dependencia, radica en la oportunidad de recuperar la costanera original de Chaitén.

Fotografía 28. Vistas de Chaitén Norte



Fuente: Diego Torres

3.1.2 Alternativa 2: Fandango



Fuente: Elemental S.A.

A Restricciones

- > **RIESGO:** Remoción en masa en zonas costeras. Es necesaria mayor información para precisar áreas afectas a peligros.
- > **CONECTIVIDAD:** Sobre ruta existente, extensión de 2,5km de pavimento desde Chaitén actual. Alternativas de puerto ubicadas al norte de Fandango.
- > **SUELO:** Sin información suficiente. Información preliminar de canchagua bajo 1 metro de capa vegetal y arcilla. En visita a terreno se detectaron suelos con drenaje favorable.
- > **ASOLEAMIENTO:** Parcialmente afectada por la sombras proyectadas por la cordillera al nororiente durante las primeras horas de la mañana del invierno. El resto del día y del año las condiciones son favorables (ver Anexo 2).

> VIENTO: Dada la dirección predominante del viento y su intensidad, no aparece una variable relevante al respecto que diferencie esta localización respecto del resto de las alternativas de la zona más cercana a Chaitén (ver Anexo 3).

B ***Potencial Urbano***

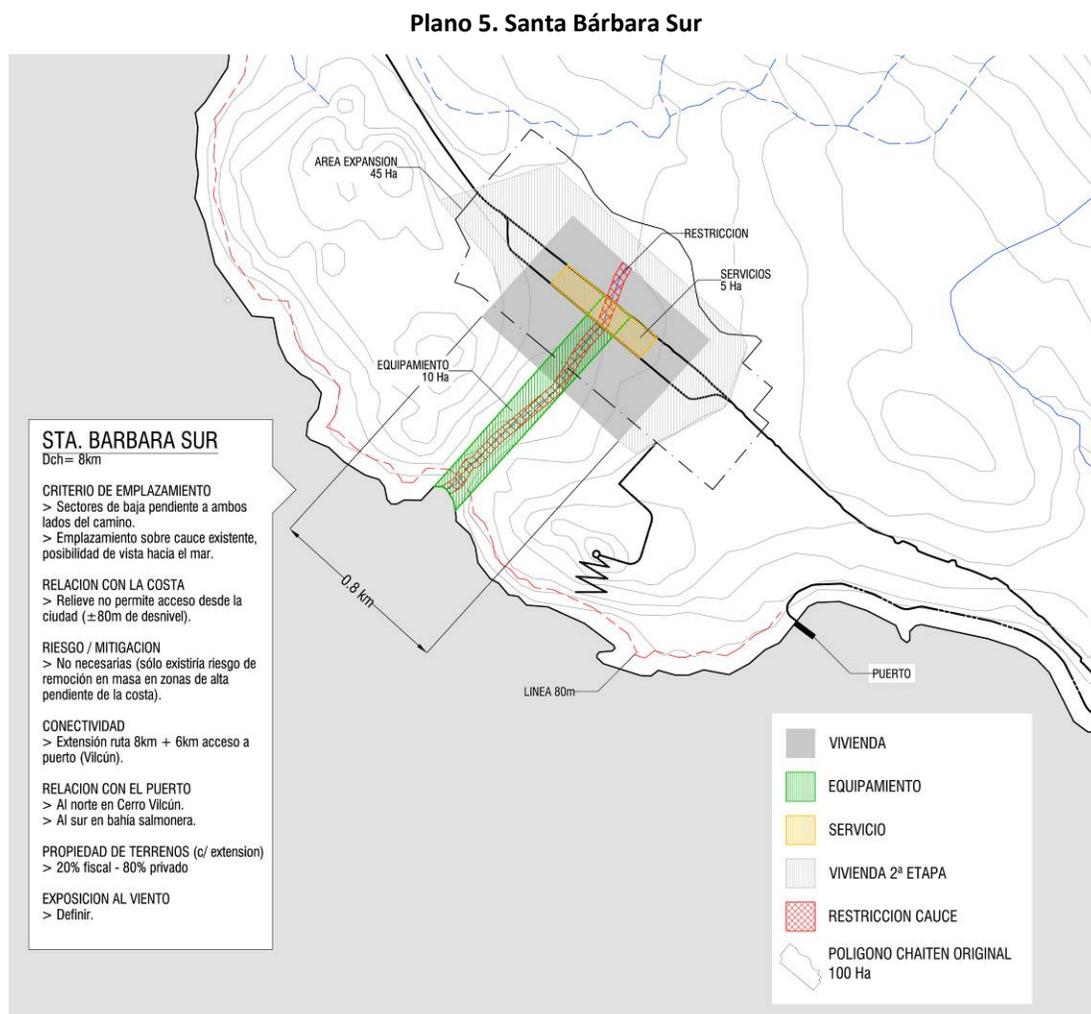
Esta localización cuenta con acceso directo a la costa lo que permite el desarrollo de una costanera. Gracias a la pendiente, la ubicación ofrecería vistas para toda la ciudad y su imagen urbana se percibiría desde el mar. El estero Fandango es otro atributo que aportaría al carácter de la ciudad, con la posibilidad de desarrollar programas públicos en su entorno.

Fotografía 29. Vista terreno Fandango



Fuente: Diego Torres

3.1.3 Alternativa 3: Santa Bárbara Sur



Fuente: Elemental S.A.

A Restricciones

- > **RIESGO:** Remoción en masa en zonas costeras y laderas altas al nororiente. Con la información disponible no serían necesarias obras de mitigación de riesgo.
- > **CONECTIVIDAD:** Sobre ruta existente, extensión de 8km de pavimento desde Chaitén actual. Alternativas de puerto ubicadas al norte en cerro Vilcún o al sur en bahía de salmonera.
- > **SUELO:** Sin información suficiente. En visita a terreno se detectaron sectores con diferentes situaciones de drenaje, algunos anegados.
- > **ASOLEAMIENTO:** Parcialmente afectada por la sombras proyectadas por la cordillera al nororiente durante las primeras horas de la mañana del invierno. El resto del día y del año las condiciones son favorables (ver Anexo 2).

> VIENTO: Dada la dirección predominante del viento y su intensidad, no aparece una variable relevante al respecto que diferencie esta localización respecto del resto de las alternativas de la zona más cercana a Chaitén (ver Anexo 3).

B ***Potencial Urbano***

Esta ubicación carece de acceso directo a la costa, salvo por la faja de equipamiento asociada al estero. No tiene acceso a vistas.

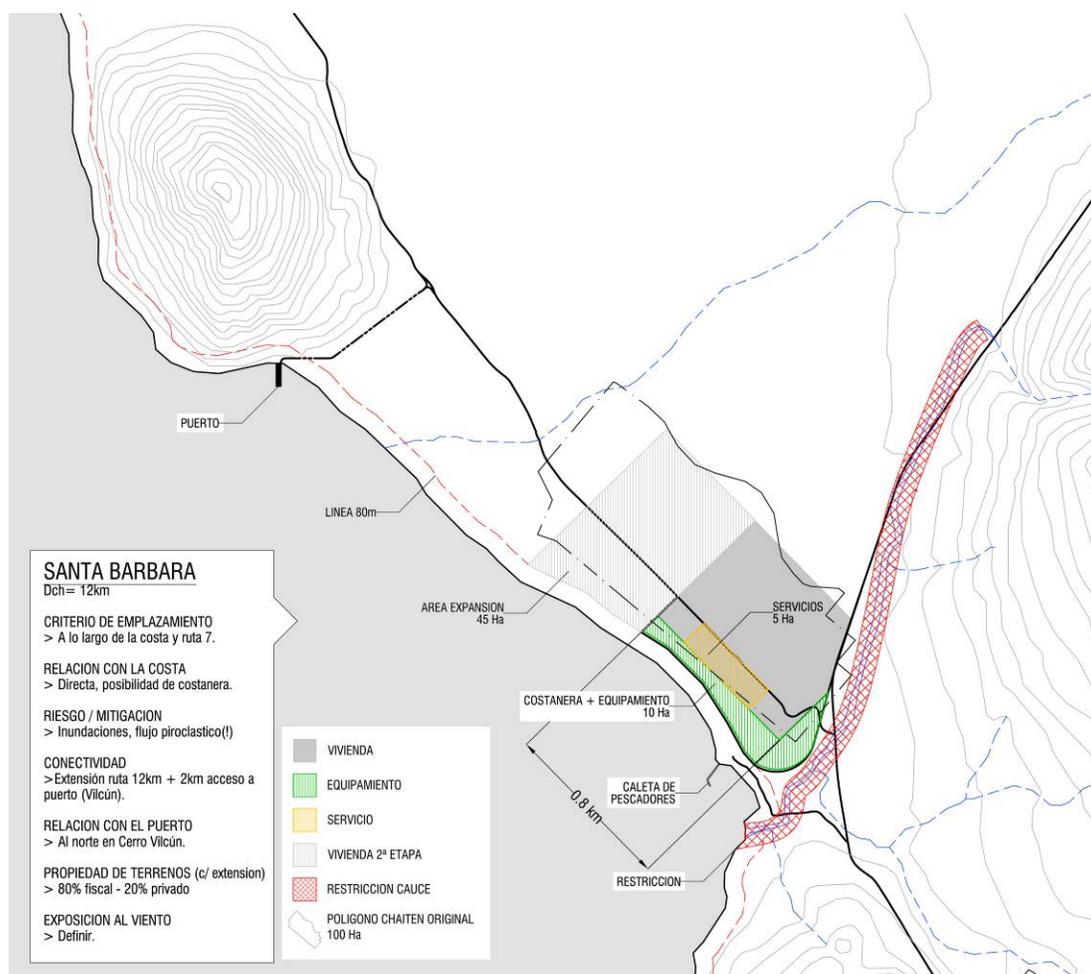
Fotografía 30. Vista terreno Santa Bárbara Sur



Fuente: Diego Torres

3.1.4 Alternativa 4: Santa Bárbara

Plano 6. Santa Bárbara



Fuente: Elemental S.A.

A Restricciones

> **RIESGO:** Riesgo de flujo piroclástico e inundaciones. Dada la posibilidad de mitigar uno de los peligros, es necesario obtener información más detallada sobre las zonas que estarían efectivamente afectadas por riesgos no mitigables.

> **CONECTIVIDAD:** Sobre intersección de ruta 7 con camino costero hacia el norte. Se consideraría la extensión de 12km de pavimento desde Chaitén actual. Alternativa óptima de puerto es el cerro Vilcún, para el que habría que agregar un camino de acceso de 2km.

> **SUELO:** Según información preliminar del Estudio de ingeniería del camino Sta. Bárbara-Loyola, las condiciones de suelo no serían del todo favorables, por encontrarse suelo de mallines y pantanos en zonas boscosas. Solo en la zona costera se encontrarían suelos más gravosos. Se requieren nuevas prospecciones.

> ASOLEAMIENTO: Esta localización no se ve afectada de manera relevante por sombras proyectadas por el relieve. La extensión de la ciudad hacia el norte podría verse afectada algunas horas en las tardes de invierno por la sombra del cerro Vilcún (ver Anexo 2).

> VIENTO: Si bien la dirección predominante del viento y su intensidad no aparecen como variables críticas, esta localización podría estar más expuesta al viento nororiente al encontrarse en una zona más abierta (ver Anexo 3).

B *Potencial Urbano*

El emplazamiento se desarrolla en una primera etapa, a partir del cruce de la ruta existente y la ruta costera hacia el norte, con la posibilidad de desarrollar una costanera de servicios y equipamiento tanto hacia la costanera de mar como a la potencial costanera de río.

El morro Vilcún es el hecho geográfico relevante que caracteriza el paisaje de la playa de Santa Bárbara.

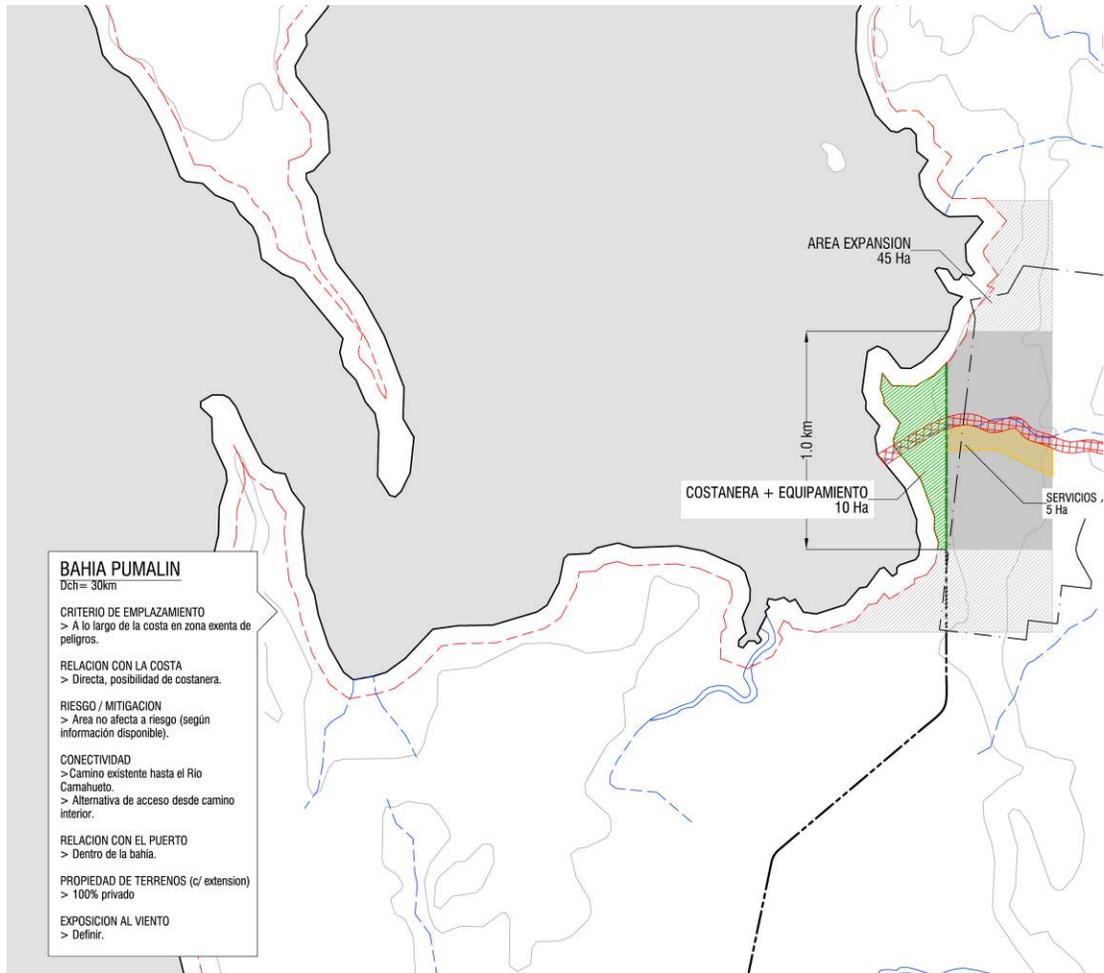
Fotografía 31. Vista de Santa Bárbara y Cerro Vilcún



Fuente: Diego Torres

3.1.5 Alternativa 5: Bahía Pumalín

Plano 7. Bahía Pumalín



Fuente: Elemental S.A.

A Restricciones

- > **RIESGO:** De acuerdo a la información disponible, el área del emplazamiento estaría exenta de riesgo.
- > **CONECTIVIDAD:** El camino costero llega hasta el río Camahueto. A partir de ahí, es necesario trazar una nueva ruta o estudiar una alternativa desde la ruta por el interior. Depende más que ninguna otra localización de los proyectos de conectividad de la región.
- > **SUELO:** Sin información suficiente. Se puede suponer una condición parecida a la de Santa Bárbara dada la gran cantidad de cursos de agua que desembocan en la bahía. Son necesarias nuevas prospecciones.
- > **ASOLEAMIENTO:** Esta localización no se ve afectada de manera relevante por sombras proyectadas por el relieve (ver Anexo 2).

> VIENTO: Si bien la dirección predominante del viento y su intensidad no aparecen como variables críticas, esta localización podría estar más expuesta al viento nororiente al encontrarse en una zona más abierta (ver Anexo 3).

B ***Potencial Urbano***

Dada la extensión de la bahía, la cabida se emplaza en la zona exenta de riesgo según la información disponible. Este emplazamiento se favorece del acceso directo a la costa dentro de una bahía protegida de gran atractivo. La península es el hecho geográfico que puede otorgar carácter a la nueva ciudad.

Fotografía 32. Vistas de Bahía Pumalín



Fuente: Diego Torres

3.1.6 Síntesis

Tabla 5. Resumen de las Alternativas

	01 Chaitén Norte	02 Fandango	03 S. Bárbara Sur	04 Sta. Bárbara	05 Bahía Pumalín
POTENCIAL	BAJO > dada su dependencia de Chaitén actual.	ALTO > acceso a la playa y geografía que favorece las vistas	BAJO > carece de vistas y elementos geográficos relevantes.	ALTO > playa de gran atractivo y elementos geográficos.	ALTO > bahía protegida y playas aptas para actividades turísticas.
RESTRICCIONES					
Riesgo	ALTO > peligros no mitigables	BAJO > remoción en masa en zonas altas. Falta información.	BAJO > peligros fuera del área de emplazamiento.	ALTO > peligros de inundaciones y flujos volcánicos	BAJO > no afecta a riesgo con información disponible.
Conectividad	MUY FAVORABLE > ruta pavimentada existente y acceso directo a puerto.	FAVORABLE > ruta existente y acceso directo a puerto.	FAVORABLE > ruta existente y acceso directo a puerto.	FAVORABLE > ruta existente y acceso directo a puerto.	DESFAVORABLE > Requiere de obras importantes de conectividad
Suelo	DESFAVORABLE > pendientes irregulares y malas condiciones de drenaje.	FAVORABLE > preliminarmente sería un suelo apto.	FALTA INFORMACIÓN > sector heterogéneo en términos de drenaje.	DESFAVORABLE > información preliminar describe suelos de mala calidad.	FALTA INFO >
Asoleamiento	FAVORABLE > sólo algunas horas de sombra en invierno.	FAVORABLE > sólo algunas horas de sombra en invierno.	FAVORABLE > sólo algunas horas de sombra en invierno.	MUY FAVORABLE > buen asoleamiento todo el año.	MUY FAVORABLE > buen asoleamiento todo el año.
Viento	No hay información relevante disponible.				

Fuente: Elemental S.A.

3.2 RIESGO Y GEOMORFOLOGÍA

El volcán Chaitén, está ubicado en el segmento más sur de la Zona Volcánica Sur Andina y forma parte del Arco Volcánico Andino (Horwell et al, 2008). Se trata de un pequeño volcán sin glaciares correspondiente a pleistoceno tardío con una bóveda de lava o caldera de tres kilómetros de diámetro, originada en el holoceno, donde se encuentra un domo de lava riolítico formado hace miles de años en alguna erupción, junto a dos pequeñas lagunas en el sector norte y oeste³.

La erupción registrada en el Volcán Chaitén es de tipo Pliniana, que se caracteriza por ser una erupción altamente explosiva y en la cual el típico material eyectado es pómez, característico de magmas muy ricos en sílice. En este tipo de erupción, la columna puede alcanzar hasta unos 40 km de altura.

Como ejemplos, dentro del contexto chileno, se pueden citar las erupciones de los volcanes Quizapu en 1932 cuyo Índice de Explosividad Volcánica (IEV) fue de 5 y el Hudson (1991) IEV de 4. Ambos con una composición típica: dacítica - riolítica. En el caso del Volcán Chaitén se han estimado valores de 4 y 5 en la escala que va de 1 a 8 (SERNAGEOMIN).

En Palena las precipitaciones son intensas, pero lo que precipita en los cuatro meses más lluviosos sólo equivale al 50% del total anual. Además disminuyen desde las zonas más expuestas al océano (o al Golfo de Corcovado) hacia el interior, especialmente en los valles interiores más protegidos. En la Isla de Chiloé, caen más de 2.300 mm. anuales en Ancud, mientras que en Castro caen menos de 1.900 mm y en Quellón poco más de 2.100 mm. Los registros de Chiloé continental, indican que en Chaitén caen más de 3.000 mm anuales, en Futaleufú algo más de 2.000 mm y en Palena menos de 1.700 mm.⁴

En este sentido, los principales procesos en el territorio de la comuna están relacionados con el clima extremadamente lluvioso y el relieve accidentado, lo que se refleja en la vulnerabilidad a procesos de remoción en masa de la gran mayoría de las laderas y grandes extensiones de vegas y terrenos inundables en las zonas bajas. A estos procesos se agregan aquellos asociados a la actividad volcánica, que se han manifestado destructivamente en la reciente erupción del Volcán Chaitén, y de los cuales hay registros históricos y geológicos.

3.2.1 Matriz Comparativa de Riesgos

A fin de poder evaluar y anticipar, dentro de la planificación urbana, la probabilidad de daños a la comuna de Chaitén, debido a las amenazas propias del relieve de la región y a la vulnerabilidad existente debido a la erupción del volcán Chaitén, se plantea la evaluación de riesgos de las distintas alternativas de reconstrucción – relocalización de la ciudad por medio de una **matriz comparativa de riesgos**, basada en el marco conceptual detallado en el Anexo 4, que permita la identificación de los distintos riesgos en el área involucrada en base a la documentación de todos los eventos con efectos no deseados que pueden resultar de los procesos naturales.

La matriz comparativa de riesgos se construye en base a una evaluación cualitativa, que involucra una estimación de riesgos en base a la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de sus consecuencias. La evaluación integra la probabilidad relativa de cada amenaza identificada por SERNAGEOMIN, en el documento que presenta la *Evaluación Preliminar de los Peligros Geológicos*

³ <http://www.diarioeloste.com.ar/volcanes/index.html>

⁴ http://www.meteochile.cl/climas/climas_decima_region.html

en la ciudad de Chaitén, Provincia de Palena, Región de Los Lagos⁵, que entrega una evaluación preliminar realizada por SERNAGEOMIN sobre los procesos geológicos que potencialmente afectarían la localidad de Chaitén y sus alrededores.

Se plantean los procesos volcánicos que han afectado, o podrían afectar la ciudad de Chaitén en el contexto del actual ciclo eruptivo, y se identifican los siguientes procesos a tomar en cuenta en la matriz comparativa de riesgos:

Tabla 6. Descripción de procesos que representan Amenazas

PROCESOS	DESCRIPCIÓN	GRAVEDAD
LAHARES	Flujo de detritos o de barro constituido de materiales volcánicos, cuyo agente de transporte es el agua. Se puede formar debido a la fusión violenta de nieve y/o hielo provocada por el calor de lavas o flujos piroclásticos durante una erupción volcánica o por el arrastre de depósitos volcánicos no consolidados producidos durante lluvias intensas o ruptura violenta de un lago o laguna. (SERNAGEOMIN)	3
FLUJOS PIROCLÁSTICOS	Corriente incandescente formada por piroclastos y gases, transportados por gravedad, como una nube densa movilizad a nivel del suelo. La mayoría se origina por el colapso de una columna eruptiva explosiva cargada de partículas. Puede desplazarse a altas velocidades (sobre 100 km/h) encauzado a lo largo de los sistemas de drenaje, aunque algunos tienen energía suficiente para remontar obstáculos topográficos. (SERNAGEOMIN)	3
OLEADA DE CENIZA INCANDESCENTE	Mezclas turbulentas de gas-sólido, bajas en concentración de partículas, que influyen sobre la superficie del terreno a altas velocidades. Al igual que los flujos piroclásticos, presentan una amenaza de muerte por asfixia, enterramiento, destrucción por nube de ceniza, calcinación e impacto (Scott, 1989)	4
AVALANCHAS VOLCÁNICAS	Flujo caótico constituido por fragmentos rocosos, generado a partir de un deslizamiento por colapso repentino del flanco de un volcán durante una erupción violenta. (SERNAGEOMIN)	4
REMOCIÓN EN MASA	También llamados procesos gravitacionales, originados entre otros factores por la influencia del agua superficial y subterránea, la litología, la estructura geológica y el relieve, además de la sismicidad y la actividad humana. (Lugo-Hubp, 2005)	3
IMPACTO Y DEPÓSITO DE MATERIAL REMOVIDO	Zona de impacto correspondiente al área del depósito del material removido. Coinciden en parte con los abanicos aluviales y escombros de falda (SERNAGEOMIN)	3

⁵Servicio Nacional de Geología y Minería, Junio 2008

INUNDACIÓN	Áreas que pueden verse adversamente afectadas por efecto de crecidas de ríos u otros cuerpos de agua. (SERNAGEOMIN)	2
-------------------	---	---

Fuente: Serex UC

Así mismo, el documento realiza la evaluación preliminar de la posible ocurrencia de fenómenos de remoción en masa (RM) en los alrededores de la ciudad de Chaitén, realizada utilizando un enfoque geomorfológico que se informa en el Mapa Preliminar No. 2: Peligros de Remoción en masa de la ciudad de Chaitén.

Para la determinación de la Gravedad, se rescatan los valores de la Tabla de elementos para evaluación de riesgos de la NASA (véase Burgman, M. 2005, p. 146) donde se establecen los rangos de gravedad de acuerdo a los efectos que pueden tener cada uno de los eventos sobre los sistemas naturales o sociales según sea el caso⁶. Para la Matriz Comparativa de Riesgos se establece un rango de valores de 1 a 4 como se describe en la siguiente tabla⁷:

Tabla 7. Rangos de gravedad de los eventos naturales (G)

Gravedad	Descripción	Valor
Desastrosa / catastrófica	Muertes o pérdidas del sistema	4
Crítica	Daños severos, daños mayores al sistema	3
Marginal	Daños menores, daños menores al sistema	2
Insignificante	Menos que daños menores o daños al sistema	1

Para la determinación de la Probabilidad, se rescatan los valores de Probabilidad de Ocurrencia de Factores de Riesgo (véase HMP, 2007, Sec. 5 p. 9) donde la probabilidad de ocurrencia es estimada en base a la frecuencia en la que pueden ocurrir los eventos en base a una revisión histórica de los eventos para su determinación.

Para la Matriz Comparativa de Riesgos se establece un rango de valores de 1 a 3 como se describe en la siguiente tabla⁸:

⁶ Muchos procesos naturales presentan una relación entre la magnitud del proceso y la probabilidad de ocurrencia éste, aunque dicha relación no es lineal. Para efectos de la construcción de una tabla de evaluación de riesgos naturales, se han seguido procedimientos similares a los propuestos en la literatura, en especial la Tabla propuesta por la NASA y la British Ranking Table (ambas en Burgman, 2005). Dichos sistemas de clasificación estiman la probabilidad de ocurrencia en términos cualitativos (muy probable, probable, poco probable y extremadamente improbable) y asignan un puntaje numérico a dicha escala de probabilidades. La clasificación se basa en estimar la frecuencia de los eventos en un período de tiempo el cual se define (3 años, 5 años, > 50 años) en función del evento analizado.

⁷ La fuente de la **Tabla 7. Rangos de gravedad de los eventos naturales**, corresponde a la *Tabla de elementos de la NASA para la Evaluación de Riesgos* en Burgman, 2005, p. 146

⁸ La fuente de la **Tabla 8. Probabilidad de ocurrencia de los eventos** corresponde a la *Tabla 5-2. Probabilidad de Ocurrencia* en "Ranking Factors Hazard Mitigation Plan – Village of Briarcliff Manor", 2007, p. 5

Tabla 8. Probabilidad de ocurrencia de los eventos (P)

Probabilidad	Definición	Valor
Frecuente	El evento de riesgo es probable que ocurra una vez cada 5 años	3
Ocasional	El evento de riesgo es probable que ocurra menos de una vez cada 5 años, pero más seguido que una vez cada 30 años	2
Rara	El evento de riesgo es probable que ocurra menos de una vez cada 30 años	1

Para estimar el grado de afectación de las potenciales localizaciones de Chaitén, se calcula la superficie afectada por cada tipo de riesgo, respecto del total de superficie urbana proyectada. La superficie afectada se obtiene mediante la superposición de los polígonos de riesgos definidos por SERNAGEOMIN y los polígonos del área urbana proyectada en cada localización.

S_i = Superficie afectada por el Riesgo i / superficie urbana total

Una vez determinados los valores anteriores, se analizan los efectos identificados por el SERNAGEOMIN en los mapas correspondientes y se procede a realizar la ponderación de cada uno de los procesos, asignando valores de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9. Rango de valores según magnitud de peligrosidad de SERNAGEOMIN (M)

PROCESO	ALTO PELIGRO	MODERADO PELIGRO
LAHARES	3	2
FLUJOS PIROCLÁSTICOS	3	2
OLEADA CENIZA INCANDESCENTE	3	2
AVALANCHAS VOLCÁNICAS	3	2
REMOCIÓN EN MASA	3	2
IMPACTO Y DEP. MAT. REMOVIDO	3	2
INUNDACIÓN	3	2

Fuente: Serex en base a clasificación Sernageomin

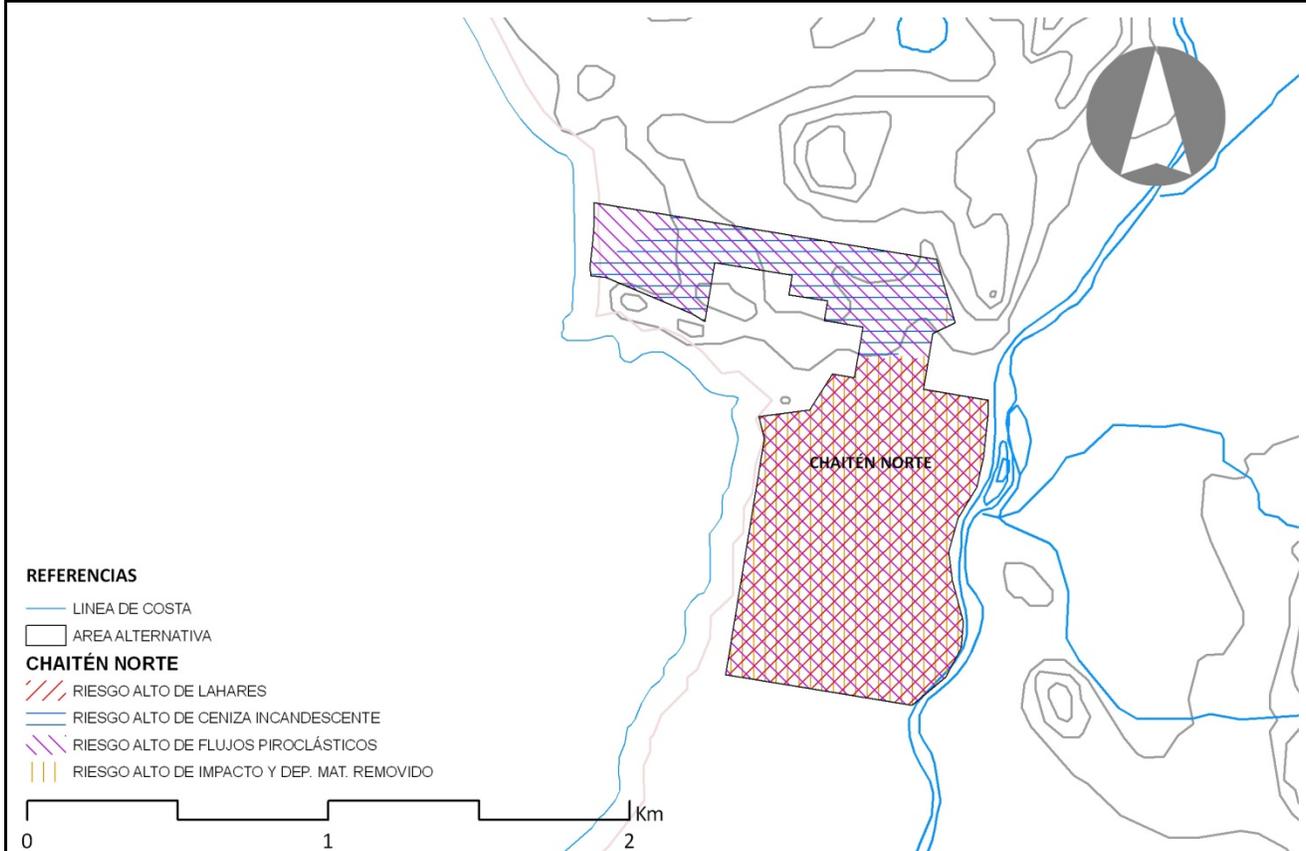
Una vez identificados los procesos detectados por el SERNAGEOMIN, presentes en cada una de las alternativas, se calcula el Valor Final de Riesgo mediante la multiplicación de todos los valores descritos anteriormente:

VALOR FINAL = Magnitud o gravedad * Probabilidad de ocurrencia * superficie afectada * magnitud de peligrosidad

$$VF = G * P * S_i * M_{(SERNAGEOMIN)}$$

Finalmente, se procede a realizar el análisis de cada alternativa a fin de obtener los valores para la Matriz Comparativa de Riesgos.

ALTERNATIVA 01: CHAITÉN NORTE / LA GRUTA



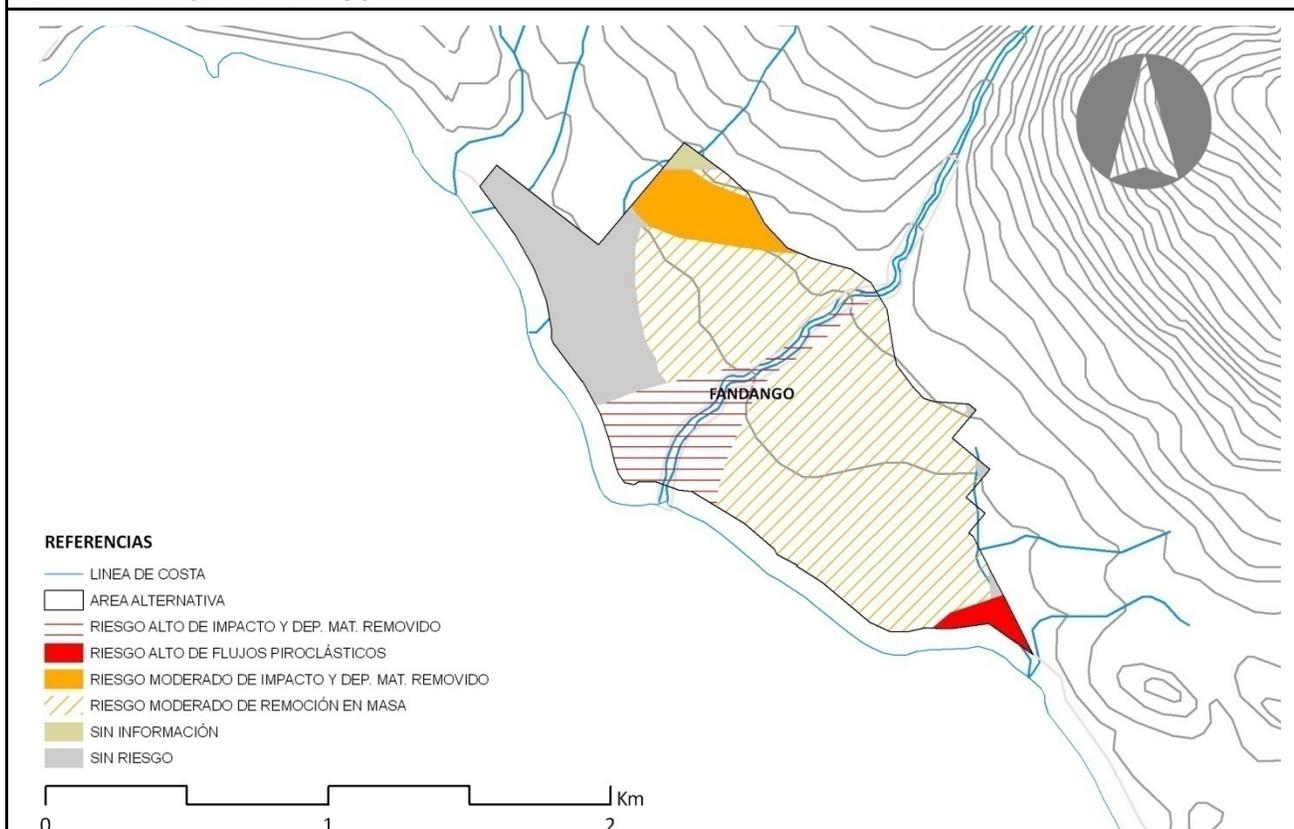
PROCESOS	G	P	SUP. AFECTADA	SUP AFECTADA/SUP TOT	MAGNITUD	VF
LAHARES	3	1	73,42	0,72	3	6,44
FLUJOS PIROCLÁSTICOS	3	1	102,62	1,00	3	9,00
OLEADA CENIZA INCANDESCENTE	4	1	26,08	0,25	3	3,05
IMPACTO Y DEP. MAT. REMOVIDO	3	2	73,77	0,72	3	12,94
TOTAL			102,61			31,43

EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA

LA ALTERNATIVA PRESENTA DISTINTOS RIESGOS EN EL 100% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN – RECUPERACIÓN DE LA PROPUESTA, PRESENTA ALTO RIESGO DE LAHARES, ALTO RIESGO DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS, ALTO RIESGO DE OLEADAS DE CENIZA INCANDESCENTE Y ALTO RIESGO DE IMPACTO Y DESPRENDIMIENTO DE MATERIAL.

TODOS LOS PROCESOS IDENTIFICADOS POR EL SERNAGEOMIN PRESENTAN UNA MAGNITUD ALTA Y SI BIEN EL 75% DE LOS PROCESOS PRESENTAN UNA ESCASA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA, LA GRAVEDAD DE LOS MISMOS ES ENTRE CRÍTICA Y CATASTRÓFICA.

ALTERNATIVA 02: FANDANGO



PROCESOS	G	P	SUP. AFECTADA	SUP AFECTADA/SUP TOT	MAGNITUD	VF
SIN RIESGO			24,38	0,16		
FLUJOS PIROCLÁSTICOS	3	1	2,44	0,02	3	0,14
REMOCIÓN EN MASA	3	2	100,38	0,64	2	7,70
IMPACTO Y DEP. MAT. REMOVIDO ALTO	3	2	20,40	0,13	3	2,35
IMPACTO Y DEP. MAT. REMOVIDO MODERADO	3	2	9,26	0,06	2	0,71
TOTAL			156,53			10,89

EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA

LA ALTERNATIVA PRESENTA, DISTINTOS **RIESGOS EN EL 84% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN**, PRESENTA ALTO RIESGO DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS, MODERADO RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA, Y ZONAS DE MODERADO Y ALTO RIESGO DE IMPACTO Y DESPRENDIMIENTO DE MATERIAL.

TODOS LOS PROCESOS IDENTIFICADOS POR EL SERNAGEOMIN PRESENTAN UNA **MAGNITUD** ENTRE ALTA Y MODERADA, SIENDO EL MÁS SIGNIFICATIVO EL DE REMOCIÓN EN MASA YA QUE PRESENTA UNA SUPERFICIE DE RIESGO DEL ORDEN DEL 65% CON UNA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA FRECUENTE DADAS LAS CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS Y LAS ESTADÍSTICAS DE PRECIPITACIONES ANUALES EN LA PROVINCIA.

ALTERNATIVA 03: SANTA BÁRBARA SUR



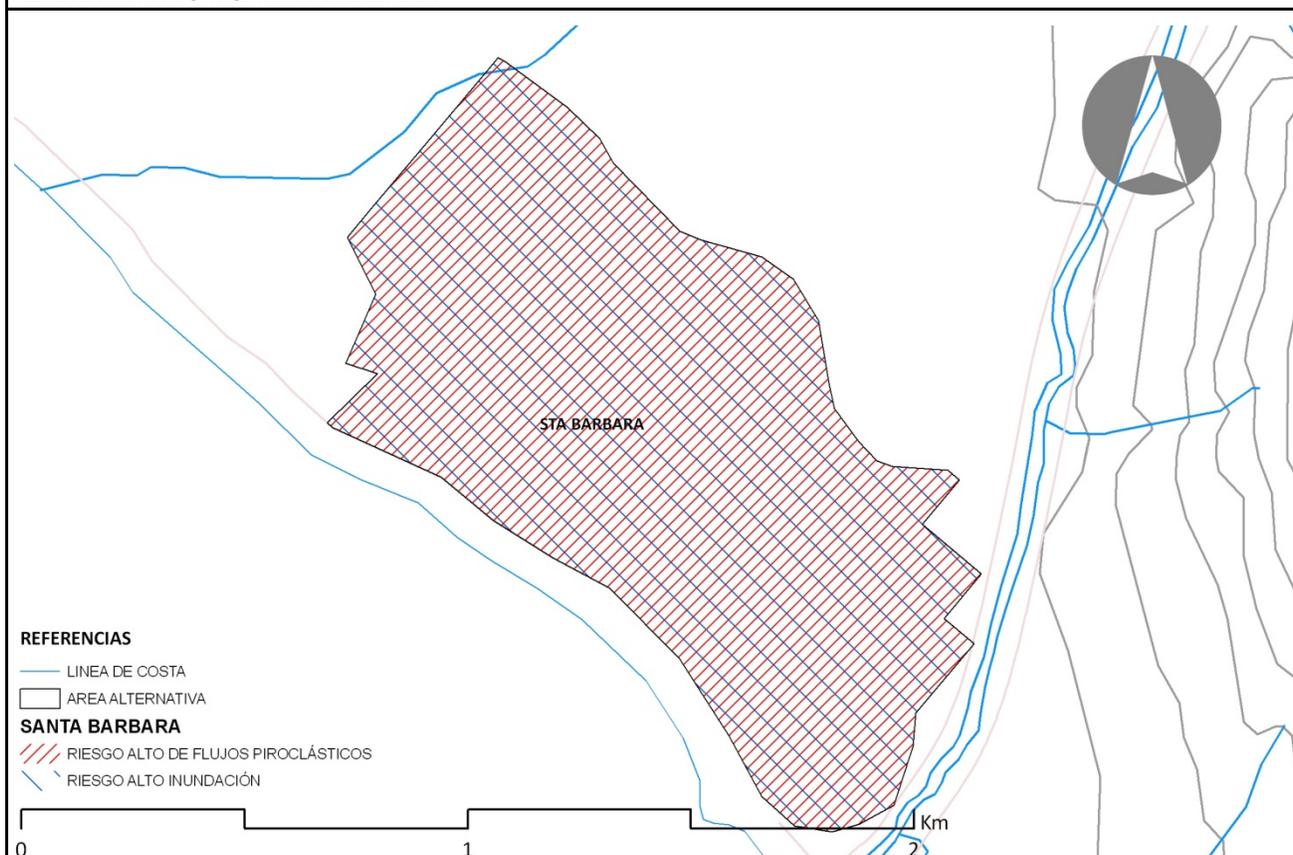
PROCESOS	G	P	SUP. AFECTADA	SUP AFECTADA/SUP TOT	MAGNITUD	VF
SIN RIESGO			106,50	0,98		0,00
REMOCIÓN EN MASA	3	2	0,06	0,00	3	0,01
IMPACTO Y DEP. MAT. REMOVIDO	3	2	1,91	0,02	3	0,32
TOTAL			108,47			0,33

EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA

LA ALTERNATIVA PRESENTA **RIESGOS EN EL 2% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN** PROPUESTA, ALTO RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA Y RIESGO MODERADO DE IMPACTO Y DEPOSITO DE MATERIAL REMOVIDO.

UN PORCENTAJE MAYOR DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN PROPUESTA SE ENCUENTRA LIBRE DE RIESGOS DE ACUERDO AL ANÁLISIS DEL SERNAGEOMIN.

ALTERNATIVA 04: SANTA BÁRBARA



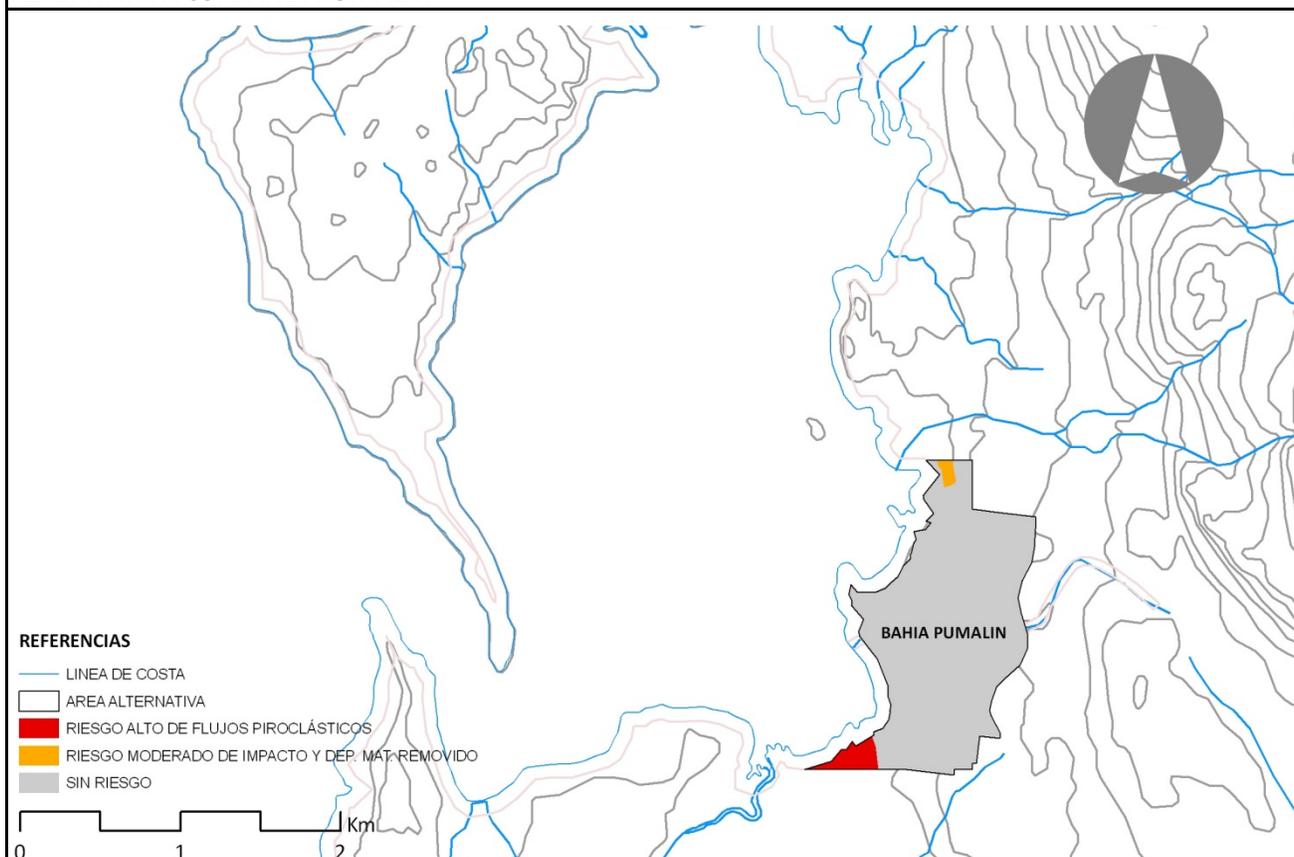
PROCESOS	G	P	SUP. AFECTADA	SUP AFECTADA/SUP TOT	MAGNITUD	VF
FLUJOS PIROCLÁSTICOS	3	1	121,69	1,00	3	9,00
INUNDACIÓN	2	3	121,69	1,00	3	18,00
TOTAL			121,69			27,00

EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA

LA ALTERNATIVA PRESENTA, EN EL 100% ÁREA DE INTERVENCIÓN PROPUESTA, ALTO RIESGO DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS Y ALTO RIESGO DE INUNDACIÓN.

ENTRE LOS DOS PROCESOS IDENTIFICADOS POR EL SERNAGEOMIN, EL PROCESO DE INUNDACIÓN PRESENTA UNA MAYOR PROBABILIDAD DE OCURRENCIA POR LOS ELEVADOS REGISTROS DE PRECIPITACIONES ANUALES EN LA PROVINCIA Y EN LA LOCALIDAD

ALTERNATIVA 05: BAHÍA PUMALÍN



PROCESOS	G	P	SUP. AFECTADA	SUP AFECTADA/SUP TOT	MAGNITUD	VF
SIN RIESGO			135,25	0,96		0,00
FLUJOS PIROCLÁSTICOS	3	1	4,65	0,03	3	0,30
IMPACTO Y DEP. MAT. REMOVIDO	3	2	1,29	0,01	2	0,11
TOTAL			141,19			0,41

EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA

LA ALTERNATIVA PRESENTA **RIESGOS EN EL 4% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN** PROPUESTA, ALTO RIESGO DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS Y RIESGO MODERADO DE IMPACTO Y DEPOSITO DE MATERIAL REMOVIDO. UN PORCENTAJE MAYOR DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN PROPUESTA SE ENCUENTRA LIBRE DE RIESGOS DE ACUERDO AL ANÁLISIS DEL SERNAGEOMIN.

MATRIZ COMPARATIVA DE RIESGOS

PROCESOS	ALTERNATIVA 1 CHAITÉN NORTE		ALTERNATIVA 2 FANDANGO		ALTERNATIVA 3 STA. BARBARA SUR		ALTERNATIVA 4 STA. BARBARA		ALTERNATIVA 5 BAHÍA PUMALÍN	
	SUPERFICIE AFECTADA (HA)	VALOR FINAL DE RIESGO	SUPERFICIE AFECTADA (HA)	VALOR FINAL DE RIESGO	SUPERFICIE AFECTADA (HA)	VALOR FINAL DE RIESGO	SUPERFICIE AFECTADA (HA)	VALOR FINAL DE RIESGO	SUPERFICIE AFECTADA (HA)	VALOR FINAL DE RIESGO
SIN RIESGO			15,6%		98,2%				95,8%	
LAHARES	71,6%	6,44								
FLUJOS PIROCLÁSTICOS	100%	9,00	1,6%	0,14			100%	9,00	3,3%	0,30
OLEADA CENIZA INCANDESCENTE	25,4%	3,05								
AVALANCHAS VOLCÁNICAS										
REMOCIÓN EN MASA			64,1%	7,70	0,1%	0,01				
ALTO IMPACTO Y DEP. MAT. REMOVIDO	71,9%	12,94	13,0%	2,35						
MODERADO IMPACTO Y DEP. MAT. REMOVIDO			5,9%	0,71	1,8%	0,32			0,9%	0,11
INUNDACIÓN							100%	18,00		
TOTAL RIESGO		31,43		10,89		0,33		27,00		0,41
SUPERFICIE AFECTA A RIESGO		100%		84,4%		1,8%		100%		4,2%

Fuente: Elaboración propia Serex

Tabla 10. Resumen de riesgos por Alternativa

<p>ALT 1 CHAITÉN NORTE</p>	<p>DISTINTOS RIESGOS EN EL 100% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN – RECONSTRUCCIÓN DE LA PROPUESTA TODOS LOS PROCESOS IDENTIFICADOS PRESENTAN UNA MAGNITUD ALTA LA GRAVEDAD DE LOS MISMOS ES ENTRE CRÍTICA Y CATASTRÓFICA.</p>
<p>ALT 2 FANDANGO</p>	<p>DISTINTOS RIESGOS EN EL 84% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN TODOS LOS PROCESOS CON MAGNITUD ENTRE ALTA Y MODERADA, SIENDO EL PROCESO MÁS SIGNIFICATIVO EL DE REMOCIÓN EN MASA, QUE PRESENTA UNA SUPERFICIE DE RIESGO DEL ORDEN DEL 65% CON UNA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA FRECUENTE.</p>
<p>ALT 3 STA. BARBARA SUR</p>	<p>RIESGOS EN EL 2% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN PROPUESTA PORCENTAJE MAYOR DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN PROPUESTA LIBRE DE RIESGOS</p>
<p>ALT 4 STA. BARBARA</p>	<p>SUPERPOSICIÓN DE RIESGOS EN EL 100% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN PROPUESTA EL PROCESO DE INUNDACIÓN PRESENTA UNA MAYOR PROBABILIDAD DE OCURRENCIA POR LOS ELEVADOS REGISTROS DE PRECIPITACIONES ANUALES EN LA PROVINCIA Y EN LA LOCALIDAD</p>
<p>ALT 5 BAHÍA PUMALÍN</p>	<p>RIESGOS EN EL 4% DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN PROPUESTA PORCENTAJE MAYOR DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN PROPUESTA LIBRE DE RIESGOS</p>

Fuente: Elaboración propia Serex

3.3 REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA

3.3.1 Suministro de Agua Potable

Un suministro de agua potable es fundamental para la viabilidad de la ciudad. Actualmente en Chaitén la fuente de agua potable está contaminada por productos volcánicos y la red de distribución está parcialmente destruida por el desvío del Río Chaitén.

La reconstrucción de la ciudad debiera contar con lo siguiente:

- Una fuente de agua potable segura frente a potenciales situaciones de emergencia en el futuro.
- Un suministro de agua potable de cantidad suficiente y calidad aceptable.
- Una red de distribución a los nuevos predios urbanos.
- Un suministro de costo razonable para los ciudadanos.

A Demanda

ESSAL, la compañía concesionaria de suministro de agua para Chaitén, ha confirmado una demanda media de agua potable de 602m³/día, lo que significa una demanda de aproximadamente 150l/persona.día. El agua se toma del estero Chai Chai y alcanza a 24 l/s. Se prevé que la nueva ciudad va a requerir un suministro de capacidad similar.

La calidad del suministro para uso potable tiene que cumplir con los parámetros establecidos en la Normativa Chilena 409/2005.

B Fuentes Potenciales

Hay dos fuentes de agua principales en la región, como se describe a continuación:

Aguas Superficiales

La región, por su ubicación respecto del mar y las montañas, cuenta con un clima bastante lluvioso con precipitación durante cada mes del año. Esto significa que el agua superficial – captada de esteros – es capaz de proveer un suministro de cantidad suficiente para la población de Chaitén.

Si se cuenta con una protección ambiental de la cuenca que suministra el estero - que debiera ser definida en el instrumento de planificación territorial de la Región - el agua superficial es capaz de ofrecer un suministro fiable y de buena calidad. Al trabajar con la topografía natural de la zona, este suministro puede funcionar solamente a través de gravedad, evitando el uso de bombas de presión y resultando en un suministro de bajo costo para los habitantes.

La desventaja de esta fuente es la posibilidad de contaminación de la cuenca de suministro. Esto puede suceder por acción de humanos y/o animales - por ejemplo que se deposite basura dentro de la cuenca de suministro – y también existe el riesgo de que una erupción volcánica contamine esta fuente por la caída de cenizas dentro de la cuenca. Cabe notar que el suministro a Futaleufú (fuente superficial) fue contaminado inicialmente por ceniza pero, con tiempo, la ceniza se ha estabilizado y la calidad ha mejorado. Según la Superintendencia de Servicios Sanitarios, Futaleufú volverá a usar la fuente superficial dentro de los próximos meses. Esto significa que la contaminación de esta fuente de agua puede ser una situación temporal que se puede recuperar.

Aguas Subterráneas

Estudios efectuados por ESSEL (Estudio de Factibilidad de Sondajes en las localidades de Chaitén) apoyados por investigaciones de sondeo, han confirmado un potencial para bombear agua del suelo en las zonas de valles. La cantidad de suministro depende de las condiciones geotécnicas locales, pero se han estimado flujos superiores a 5l/s, lo que implica la necesidad de instalar varios pozos, para garantizar la extracción de una cantidad suficiente de agua para suministrar la ciudad de Chaitén.

Entendemos que un sondeo exploratorio realizado en el centro de Chaitén ha dado como resultado aguas con altos niveles de fierro y manganeso. Esto significa que es necesario proveer un sistema de tratamiento para transformar esta fuente en un suministro de agua potable. Si también consideramos la energía que se requiere para bombear el agua del pozo, tenemos que las aguas subterráneas son un suministro de agua potable de costos más altos que las aguas superficiales.

El gran beneficio de una fuente subterránea es que el terreno en si funciona como un gran filtro y deposito, por lo que es una fuente fiable y resistente contra la contaminación superficial. En el caso de Futaleufú, por ejemplo, se han instalado pozos para proveer un suministro de emergencia durante el periodo en que la fuente superficial ha sido afectada por las cenizas.

C Infraestructuras necesarias

Considerando que la red de agua potable existente in Chaitén ha sido destruida y que la ubicación de la ciudad va a ser total o parcialmente modificada, se hace evidente que será necesario construir por completo nueva infraestructura física. Esta infraestructura consta de los siguientes elementos:

- Obras de captación (por ejemplo la instalación de pozos y/o captación desde esteros)
- Línea de suministro desde la fuente a la estación de tratamiento (con la instalación de estaciones de bombeo si la fuente está por debajo de la cota del depósito)
- Equipo de tratamiento. Se puede reutilizar el equipo existente de filtración e inyección de cloro y flúor. Dependiendo de la calidad de la fuente puede ser necesario añadir otros equipos de tratamiento.
- Deposito. Preferiblemente ubicado 40m aprox. sobre el nivel el pueblo para mantener una presión de agua adecuada en la red.
- Red de distribución principal que conecta con cada lote. Esta red se construye como sistema en anillo para proveer un suministro fiable cuando parte de la red está fuera de uso por mantenimiento o reparación.
- Redes domiciliarias

D Implementación

Según reuniones mantenidas con la Superintendencia de Servicios Sanitarios, se entiende que hay dos opciones para implementar el nuevo suministro de agua potable a la ciudad, concretamente:

- Licitación de una Concesión a una Compañía de Suministro
- Implementación inicial como Agua Potable Rural (APR) y conversión futura en una concesión

Ya que las concesiones sanitarias están vinculadas a un territorio específico, la modificación de la concesión existente de ESSAL para suministrar una nueva ubicación de Chaitén requeriría de una definición legal específica.

Concesión

El proceso de contratar a un Concesionario para suministrar agua potable a la ciudad de Chaitén tiene las ventajas potenciales de traer dinero privado para pagar los costos de nuevas infraestructuras de suministro, y de asegurar que una compañía tome responsabilidad por la operación y mantenimiento. Sin embargo, hay dos riesgos importantes que se han identificado para esta opción:

- Riesgo de plazo
- Riesgo de demanda (número de clientes)

Se entiende que el proceso legal de contratar a un concesionario incluye la necesidad de reclasificar el suelo como zona urbana, hacer una licitación para seleccionar el concesionario, aprobar un proyecto y finalmente obtener un Decreto del Ministerio de Obras Públicas. El proceso de licitación puede tardar entre 9 y 18 meses antes de que se puedan comenzar las obras de construcción, que tienen su propio plazo. Como el suministro de agua potable es uno de los suministros fundamentales para el nuevo Chaitén, este proceso puede impactar el programa de repoblación de la ciudad.

Como parte del proceso de licitación, los concesionarios potenciales tienen que montar su plan de negocios para construir la nueva infraestructura y recuperar la inversión durante un cierto plazo. Ya que existen incertidumbres tanto sobre el número de habitantes que van a volver a Chaitén como sobre la velocidad de repoblación, se hace difícil construir un plan de negocios fiable. Esto significa que las compañías concesionarias pueden tener menos interés en concursar y pueden buscar garantías del estado para cubrir sus riesgos. Por lo tanto existe un riesgo de no encontrar un concesionario apropiado que pueda suministrar la ciudad a un costo razonable.

Agua Potable Rural

Las leyes que controlan el suministro de agua potable en áreas rurales - áreas fuera de las zonas de concesión - ofrecen una ruta alternativa para construir el suministro para la nueva Chaitén. Se puede formar una cooperativa formada, por ejemplo, por el estado, municipalidad y otros actores locales, que pueda llevar a cabo el proyecto y pagar los costos de construcción. Cuando la red de suministro está funcionando y hay una base de clientes establecidos, se puede licitar una concesión para tomar el control del suministro y la responsabilidad de su mantenimiento.

Siguiendo esta ruta, se puede reducir dramáticamente el plazo necesario para implementar la red de distribución de agua - un factor que apoyara una rápida reconstrucción de Chaitén. A su vez, esta ruta reduce los riesgos para los concesionarios en términos de certeza de demanda y costos de construcción, por lo que se puede esperar un mayor interés por parte de compañías privadas en hacerse cargo del suministro en el largo plazo y mejores tarifas para los consumidores. Además pueden existir oportunidades para reducir los costos de construcción si se combinan las obras de suministro de agua con otras obras (por ejemplo la construcción de redes viales y drenajes).

La desventaja de esta opción es la necesidad de utilizar dineros públicos para financiar la inversión capital inicial.

E *Criterios de Evaluación*

La infraestructura y el mecanismo de gestión serán parecidos para cualquier ubicación seleccionada para la nueva Chaitén. Se proponen los siguientes criterios para asistir en la evaluación de las localizaciones potenciales:

- Distancia a un suministro superficial adecuado y la posibilidad proteger la cuenca de contaminación.
- Condiciones de suelo apropiadas para instalar pozos de emergencia a lado de la planta de tratamiento de agua.
- Pendiente suficiente para operar una red de suministro de agua con gravedad, evitando el uso de bombas.
- Tamaño de la red principal y la necesidad cruzar obstáculos naturales (ríos, valles etc.).

3.3.2 *Gestión y Tratamiento de Aguas Servidas*

Para asegurar las condiciones de salud pública en Chaitén, sería necesario instalar un sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas. El sistema existente ha sufrido fuertes daños producto del desvío del río y la infiltración de cenizas en los tubos. Además la planta de tratamiento ha sido destruida y el emisario submarino enterrado por debajo del nuevo delta de ceniza.

La reconstrucción de la ciudad tiene que contar con lo siguiente:

- Redes separadas de drenaje (aguas servidas y aguas pluviales).
- Red de alcantarillado para los nuevos lotes.
- Tratamiento de aguas servidas.
- Desagüe de las aguas tratadas y deposición controlada de los sólidos producidos.

A *Infraestructuras necesarias*

Es necesario construir por completo una nueva infraestructura para la evacuación y tratamiento de aguas servidas, y estas nuevas obras ofrecen la oportunidad de proveer un sistema mejor que el que existía anteriormente. La infraestructura de la red de aguas servidas consiste de los siguientes elementos:

- Redes de alcantarillado extendiéndose desde los lotes hasta la planta de pre-tratamiento. En la construcción de esta red se prevé el uso de tubos de plástico y/o hormigón que serían de mejor calidad que la red anterior, con la consiguiente reducción de infiltración de agua y aumento en la eficiencia de la planta de tratamiento.
- Planta de pre-tratamiento que tiene capacidad para los procesos de cribado, desarenado y desengrasado. Tal como tuvo anteriormente, se recomienda que se incluya el equipo para el tratamiento de olores.
- Planta de tratamiento. Previamente, las aguas servidas eran expulsadas al mar sin tratamiento, un sistema que depende del efecto de dilución para reducir el impacto de la contaminación en el medio ambiente. Existe ahora la posibilidad de incluir una planta para tratar el agua servida y reducir los niveles de contaminantes. Esto significa la construcción

de una planta de tratamiento biológico compacto (se puede comprar como planta prefabricada) con la adición potencial de una planta de lodos activos para convertir los lodos en suelo para uso agrícola. Hay experiencia en otros lugares de la región de instalar estas plantas de tratamiento.

- Emisario submarino para la evacuación de las aguas tratadas al mar. Este emisario tiene que extenderse una distancia suficiente para llegar donde hay corrientes fuertes que lleven las aguas lejos de la costa. También se necesita comprobar que la ubicación del emisario no afecta instalaciones de pesqueras industriales.

Adicionalmente, es necesario que sea factible llevar los sólidos producidos en el sistema de pre-tratamiento al vertedero municipal. El lodo producido en el proceso de tratamiento se puede distribuir en los terrenos agrícolas.

B Implementación

Las concesiones para el suministro de agua potable incluyen la responsabilidad de operación y mantenimiento de las redes de aguas servidas y su tratamiento, por lo que los problemas a enfrentar en temas legales, de plazos, perfil de demanda, financiamiento y tarifas a los consumidores son similares. Se recomienda que se considere como mecanismo de implementación la ruta de Agua Potable Rural para construir la infraestructura con inversión pública con el objetivo final de crear una concesión para la operación y mantenimiento del sistema en el largo plazo.

C Criterios de Evaluación

En temas de aguas servidas, se proponen los siguientes criterios para asistir en la evaluación de las localizaciones potenciales para la nueva Chaitén:

- Una topografía con pendiente natural para construir un sistema que funcione bajo gravedad, evitando el uso de bombas y reduciendo la profundidad de construcción de los tubos (reduciendo los costos de construcción).
- Un área sin obstáculos naturales (ríos, valles etc.) que signifiquen estaciones de bombeo o mas plantas de tratamiento.
- Potencial para ubicar el emisario fuera de la costa, de zonas protegidas y de instalaciones de pesqueras industriales.

3.3.3 Gestión de Aguas Lluvias y Riesgos de Inundaciones

Como parte de la infraestructura de la nueva ciudad, se necesita construir un sistema para la evacuación de aguas lluvias. Este sistema se tiene que dimensionar de modo de evitar el riesgo de inundación local de propiedades. Además, como la erupción volcánica ha resultado en la obstrucción de los sistemas de drenaje con cenizas, se tiene que considerar la facilidad de limpiar las nuevas infraestructuras si ocurre otra erupción similar.

En la selección de la ubicación de la nueva ciudad sería necesario evitar áreas con riesgo de inundación por ríos o cambios en el nivel del mar como resultado de cambios climáticos.

A *Infraestructuras necesarias*

Se necesita construir una red de drenaje para aguas lluvias, separado de la red de aguas servidas. Se recomienda que esta red incluya, donde sea apropiado, cunetas y zanjas abiertas para facilitar el mantenimiento y limpieza de la red. Cuando se usen tubos enterrados se recomienda la selección de tubos de sobre-dimensión para facilitar operaciones futuras de limpieza. Las redes de drenaje pueden desaguar a un estero o río local o directamente al mar.

Donde las condiciones geotécnicas sean adecuadas, se recomienda el uso de infiltración para evacuar las aguas lluvias. Esta solución se puede adaptar para servir viviendas individuales en lotes privados, como también para desaguar algunas calles y zonas pavimentadas. Si se incluyen zanjas abiertas como parte de la sistema de drenaje, se pueden generar hábitats locales donde se pueden desarrollar especies varias de flora y fauna.

B *Criterios de Evaluación*

En temas de aguas lluvias, se proponen los siguientes criterios para asistir en la evaluación de las localizaciones potenciales para la nueva Chaitén:

- Un topografía con pendiente natural para facilitar el drenaje natural de aguas lluvias.
- Condiciones geotécnicas aptas para la infiltración de agua (suelos arenosos, nivel freático bajo).
- Área fuera de riesgo de inundaciones por río o mar.

3.3.4 *Suministro de Energía*

El suministro de energía es otro de los servicios indispensables para el funcionamiento de la ciudad de Chaitén. Según un informe de SAESA, la red existente de la ciudad se encuentra dañada y necesita considerables trabajos de reparación. La reparación de la red y/o la nueva provisión para una relocalización de Chaitén abre oportunidades para incluir nuevas fuentes de energía que son de bajas emisiones de carbono y por lo tanto más sostenibles que los sistemas habituales.

Se definen los siguientes objetivos para el suministro de energía a la ciudad nueva:

- Implementar una red de energía fiable, lo que significa una red interconectada, servida por fuentes diversas y con capacidad de emergencia.
- Producción de energía con fuentes sostenibles, lo que significa de bajas emisiones de carbono.
- Tarifas razonables para los ciudadanos.

A *Red de energía existente*

Actualmente, Chaitén está conectado a una red local de media tensión que conecta a Futaleufú, Palena y otras ciudades en las regiones de Los Lagos y Aysén, lo que significa una cierta fiabilidad frente a fluctuaciones de demanda y suministro. Existen ideas para la ampliación de esta red y conexión con zonas cercanas y/o un red nacional, pero se entiende que estos proyectos tienen presupuestos altos y no se van a realizar en los plazos necesarios para la reconstrucción de la ciudad de Chaitén.

La red existente es abastecida por las siguientes fuentes:

- Planta hidroeléctrica cerca de Villa Santa Lucia.
- Grupos electrógenos (de diesel) en cada una de las ciudades.

En la actualidad la compañía concesionaria ha removido los tres grupos electrógenos instalados en Chaitén para su mantenimiento.

B Fuentes de energía potenciales

Sería necesario instalar una fuente de energía en el área de Chaitén para suministrar la red eléctrica. Ya que se puede contemplar una ciudad más sostenible que antes, se pueden contemplar las siguientes posibilidades para suministrar esta energía:

Grupos electrógenos de diesel

Esta tecnología es la forma habitual de producir energía. Hay un buen conocimiento local de la tecnología y su mantenimiento. También es flexible en cuanto se puede adecuar el suministro bastante rápido para responder a fluctuaciones en demanda. Se pueden reutilizar los grupos electrógenos existentes de Chaitén, lo que implica un bajo costo y plazos reducidos para suministrar energía a la nueva ciudad.

La desventaja de esta tecnología es el uso de una fuente de energía no renovable con altas emisiones de carbón. También depende del mercado global para petróleo, por lo que los costos de producción pueden subir bastante como consecuencia de factores fuera del control de la población local.

Grupos electrógenos de bio-diesel / etanol

Otra opción sería utilizar bio-diesel o etanol para suministrar los grupos electrógenos, lo que ofrece una fuente de energía alternativa y neutral en términos de emisiones de carbono. Sin embargo, la producción de estos combustibles no es muy avanzada en Chile actualmente, lo que significa una dependencia de suministros desde fuera con costos abiertos a la influencia del mercado internacional.

Biomasa

Otra alternativa al uso de bio-diesel o etanol puede ser el uso de material vegetal para alimentar las generadoras. En esta región la madera puede ser una fuente de biomasa disponible y renovable. Pero para satisfacer la demanda de la ciudad, se necesita tomar un volumen considerable de madera de un área bastante amplia. Además de la pérdida de árboles, las vías de transporte hacia los recursos forestales podrían tener un impacto ambiental y visual. Si el objetivo es desarrollar la región como destinación turística para actividades como trekking, o explotar en forma puntual y sustentable el bosque nativo, se puede anticipar un conflicto entre esta fuente de energía y la economía de la ciudad.

Hidroeléctricas y Micro-hidroeléctricas

La región, con presencia de montañas y abundantes lluvias, es apta para la producción de energía hidroeléctrica. De hecho hoy en día la central en Villa Santa Lucia suministra una gran parte de las demandas de la región. Este es un suministro limpio y fiable, que se puede controlar para responder a las fluctuaciones en la demanda. También es un sistema con bajo costo de operación que no depende del mercado global de energía.

Para suministrar a la población de Chaitén no se necesita una instalación muy grande, pero se necesitan ciertas obras de ingeniería civil que implican una inversión inicial relativamente alta comparada con los grupos electrógenos.

Energía Eólica

Por su localización en la costa, existe la posibilidad de instalar turbinas para suministrar energía eólica a la nueva Chaitén. Esta es una fuente de energía limpia y de bajo costo de operación que también demuestra visualmente la ambición de crear en la nueva Chaitén una urbanización sostenible.

Las desventajas son un costo inicial alto comparado con las tecnologías descritas al principio. Además, la producción de energía depende de los vientos, lo que hace difícil satisfacer los cambios de demanda dentro de una red local relativamente pequeña.

Energía Solar

Es posible aprovechar la energía solar para producir energía eléctrica o para calentar el agua doméstica (solar-termal). En esta región, con relativamente baja radiación solar, no se considera la producción de energía eléctrica como una operación rentable comparada con las otras opciones. El uso de solar-termal puede ser considerado para familias individuales, pero no resuelve la demanda para electricidad. Además hay otras fuentes (como los grupos electrógenos, o geotermal) que si incluyen una red de distribución de calor para el distrito urbano puede ser más efectivas.

Energía del Mar

Hay proyectos de demostración para producir energía del mar, aprovechando el poder dentro de las mareas, olas o corrientes marinas. Hoy en día la tecnología es bastante joven y tiene que enfrentar duras condiciones ambientales lo que significa un costo de inversión bastante alto. Chaitén, protegida de olas por la isla de Chiloé, y de corrientes marinas por la bahía, no está situada en una buena ubicación para aprovechar estas fuentes de energía.

Geotérmica

Como ha demostrado la erupción del Volcán de Chaitén, la región tiene una geología bastante activa. Estimaciones iniciales de SERNAGEOMIN han identificado 6 sitios cerca de Chaitén que son potencialmente aptos para la producción de energía geotermal.

La tecnología para producir energía geotermal es relativamente simple e incluye la construcción de un pozo a profundidades en que se encuentra una fuente de calor suficiente para alimentar los generadores. Esto provee de un suministro de energía neutral en términos de emisiones de carbono y limpio. Una vez que se ha producido la electricidad, también se puede aprovechar el agua caliente para calentar las casas, para usos industriales y/o para crear un spa resort, hotel o similar.

A la fecha no se han realizado los estudios básicos o de investigación física para confirmar el potencial real en Chaitén, porque la zona no está conectada a la red nacional y/o no se localiza en ella una industria importante con alta demanda de energía. Esto significa que implementar esta fuente de energía puede tardar unos años.

Opciones Consideradas

Como punto de partida para este estudio preliminar, se consideran las siguientes fuentes de energía como las más adecuadas para la nueva Chaitén:

Grupos electrógenos de diesel (el suministro actual)

Hidroeléctrica

Geotérmica

En temas de costos capitales, el suministro dado por grupos electrógenos de diesel se prevé como la solución de menor costo, pero en el largo plazo esta opción presenta un alto costo y riesgo si se vinculan los temas de suministro de energía y la economía local a las fluctuaciones en el mercado global de energía. También representa la solución menos sostenible.

En cambio, las energías hidroeléctrica y geotermal aprovechan las fuentes de energía naturales de la región y representan un suministro fiable en el largo plazo. Esto puede ser una ventaja económica importante en el mercado global. También representan fuentes de energía renovables, sostenibles y de bajo impacto ambiental. El uso de energía geotermal es de especial interés en el contexto de los recientes acuerdos internacionales para desarrollar esta tecnología en Chile. También se prevé un suministro de agua caliente y/o vapor que se puede usar para usos industriales o para abrir un spa resort para aumentar la oferta turística en la zona.

C Infraestructuras necesarias

Para implementar un suministro de energía eléctrica para la nueva ciudad, es necesaria la siguiente infraestructura:

- Centro de generación – este puede ser el centro existente con la reubicación de los grupos electrógenos para satisfacer la demanda de corto plazo. En el largo plazo, se puede construir una nueva central de energía hidroeléctrica o geotermal.
- Red de distribución de media tensión - para las localizaciones potenciales al norte de Chaitén, se necesita ampliar la red de distribución. Preferiblemente, el trazado de estos cables debe seguir la carretera existente. Donde no hay carretera la instalación de los cables es más compleja y más costosa. Además, ya que las distancias implican pérdidas energéticas, es posible que para conectar la red a lugares más lejanos se necesite aumentar el voltaje de la red de media tensión por entero, lo que significa una inversión bastante alta.
- Transformadores para reducir el voltaje antes de suministrar los distintos predios urbanos. Se pueden reutilizar algunos de los transformes existentes en Chaitén que no han sido dañados por el impacto de agua y las cenizas.
- Red de distribución de baja tensión para conectar con cada una de las demandas (edificios, alumbrado etc.).
- Empalmes domiciliarios.

D *Implementación*

Se entiende que como la concesión para el servicio de energía incluye toda la red – de Palena, y Futaleufú hasta Chaitén - no existen obstáculos legales en utilizar la concesión existente para dar servicio a una nueva Chaitén en una ubicación diferente.

Sería necesario buscar una solución de financiamiento para las obras de ampliación de la red de distribución, ya que no lo cubre la concesión actual. Esto significa que la concesionaria necesitaría una subvención por parte del estado y/o incrementar las tarifas para implementar la nueva instalación.

E *Criterios de Evaluación*

La decisión sobre la fuente de energía a instalar en la nueva Chaitén es independiente de la ubicación final. En términos del suministro de energía, se proponen los siguientes criterios para asistir en la evaluación de las localizaciones potenciales para la nueva Chaitén:

- El potencial de reutilizar infraestructura de electricidad existente (el centro de generación, tanques de diesel, transformadores, redes de distribución etc.). Una ubicación al lado de la ciudad existente puede aprovechar mucho de la infraestructura existente.
- La distancia entre la nueva ubicación y la ciudad existente – las localizaciones más lejanas significan un mayor costo de inversión.
- La existencia de carreteras que se puedan usar como trazado para las líneas de media tensión.

3.3.5 *Gestión de Basuras*

Antes de la erupción, el sistema de gestión de basura en Chaitén era muy básico. No se habían implementado sistemas de separación, reutilización y reciclaje de residuos. Además se entiende que han existido problemas relacionados con vertederos informales de basura en varias partes de la región.

La reconstrucción de Chaitén ofrece la oportunidad de implementar sistemas para la correcta separación y reciclaje de la basura. Esto tiene por objetivo:

- Reconocer la basura como recurso para otros sistemas.
- Reducir el volumen de residuos enviado al vertedero y por lo tanto reducir el impacto ambiental.

A *Infraestructuras necesarias*

Aunque Chaitén no es una ciudad suficientemente grande para implementar sus propias instalaciones de reciclaje, se debiera implementar un sistema que cumpla con la estrategia regional de manejo de residuos (Plan Integrado de Manejo de Residuos Sólidos para Chiloé y Palena, CONAMA 2008). Las infraestructuras necesarias a implementar en la nueva ciudad debieran incluir:

- Proveer en las nuevas casas y lotes de suficiente espacio para una serie de receptáculos de basura en que los habitantes puedan separar fácilmente sus propios residuos. Se estima

necesario receptáculos diferentes para vidrio, papel, plástico y metal, material orgánico y otros.

- En cada uno de los lotes se recomienda la inclusión de un sitio para el compostaje del material orgánico no cocido. Los materiales de compost se pueden reutilizar en los huertos familiares.
- En las calles y sirviendo los comercios se debiera proveer de áreas con capacidad para grandes receptáculos donde almacenar los diferentes tipos de basura para su recolección.
- En los límites de la ciudad se debiera ubicar una planta compactadora para reducir el volumen de residuos y así disminuir la demanda de transporte.
- Se debe contratar un servicio de transporte para llevar los residuos a los puntos de reciclaje apropiados en la región.
- Se debe construir un vertedero municipal fuera de los límites de la ciudad para depositar los materiales no aptos para reciclaje. El vertedero tiene que ser construido con un material impermeable para evitar la contaminación del suelo y aguas subterráneas.

Finalmente, lo más importante es implementar un programa de educación para informar a los habitantes sobre los beneficios de seguir un programa de separación y reciclaje de la basura para reducir el impacto sobre el medio ambiente.

B Criterios de Evaluación

Se considera que la implementación de una sistema de gestión y reciclaje de residuos no depende de la ubicación específica de la nueva ciudad, por lo tanto no hay criterios de evaluación relevantes para evaluar los diferentes escenarios de localización.

3.3.6 Síntesis

Criterio de Evaluación	Alternativa				
	Chaitén Norte	Fandango	Santa Bárbara Sur	Santa Bárbara	Bahía Pumalín
Suministro de Agua Potable					
Suministro superficial adecuado; Cuenca protegida	✓	✓	✓	✓	✓
Condiciones geotécnicas aptas para instalación de pozos de emergencia	?	✓	?	?	?
Topografía apta para un sistema de suministro funcionando por gravedad	✓	✓	✓	✓	✓
Área sin presencia de obstáculos naturales (ríos, valles, etc.)	✓	✓	✓	✓	✓
Conducción y Tratamiento de Aguas Servidas					
Pendiente suficiente para un sistema de alcantarillado funcionando por gravedad	?	✓	✓	✗	✗
Área sin presencia de obstáculos naturales (ríos, valles, etc.)	✓	✓	✓	✓	✓
Potencial de ubicar el emisario submarino fuera de zonas de protección	✓	✗	✓	✓	✗
Conducción de Aguas Lluvia y Riesgo de Inundaciones					
Pendiente natural para facilitar drenaje por gravedad	✓	✓	✓	✗	✗
Condiciones geotécnicas aptas para infiltración	✗	✓	✗	✗	✗
Área fuera de riesgo de inundaciones por río o mar	✓	✓	✓	✗	✓
Suministro de Energía					
Potencial para reutilizar infraestructura existente	✓	✗	✗	✗	✗
Distancia entre la nueva ubicación y la ciudad existente	✓	✓	✓	✓	✗
Existencia de carreteras	✓	✓	✓	✓	✗

Fuente: ARUP

3.4 CRITERIOS AMBIENTALES, PAISAJE Y SOSTENIBILIDAD

La toma de decisiones respecto a la relocalización/reconstrucción de Chaitén, debe incorporar como uno de sus criterios centrales la consideración de los factores ambientales involucrados en cada alternativa considerada. En este caso particular se deben ponderar tanto los componentes ambientales que pueden resultar afectados por la construcción/reconstrucción de Chaitén, como aquellos componentes que pueden afectar negativamente a la población residente.

A Potenciales impactos ambientales

Existen diferentes metodologías para la evaluación de impactos ambientales, cuya aplicabilidad depende del tipo de acción a evaluar, los objetivos y alcances de la evaluación. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es, hasta ahora, la metodología más apropiada para la evaluación de los impactos ambientales de los proyectos de inversión, y su objetivo es identificar la magnitud de los impactos generados y definir medidas de mitigación, compensación o restauración según corresponda. La EIA se aplica en un momento avanzado del ciclo de vida del proyecto, terminado el diseño y previo a la construcción, por tanto las modificaciones posibles de introducir no pueden afectar la naturaleza misma del proyecto evaluado. Si los impactos generados son de tal magnitud que desaconsejan la construcción, se debe realizar un nuevo diseño o buscar una nueva localización, lo que se traduce en un nuevo proyecto.

Otra metodología disponible es la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), que ha sido diseñada especialmente para integrar la consideración de potenciales impactos ambientales en el diseño de políticas, planes y programas. La EAE se aplica en fases tempranas del proceso de toma de decisiones, lo que facilita el reconocimiento de las limitaciones y oportunidades del territorio objeto de la acción evaluada y permite introducir modificaciones en el diseño de dichas acciones. Por esta razón, es la metodología más apropiada para la evaluación de las alternativas de relocalización y/o reconstrucción de Chaitén.

Las ventajas de la EAE para la evaluación de alternativas son las siguientes: facilita la evaluación de impactos en diferentes escenarios de desarrollo, incorpora los impactos indirectos y la interacción entre impactos, permite delimitar el horizonte temporal (corto, mediano y largo plazo), es la más apropiada para la consideración de alternativas y fomenta la integración ambiental con otros instrumentos (Oñate et al., 2002), en particular con los instrumentos de ordenamiento territorial.

El procedimiento de evaluación de la EAE implica la incorporación de ciertos objetivos o criterios – usualmente establecidos en las normas vigentes, planes de ordenamiento territorial y estrategias de desarrollo regional – frente a los cuales se contrastan los potenciales impactos de las políticas, planes o programas. En este caso se contrastan los potenciales impactos de cada alternativa de localización de Chaitén.

B Condiciones ambientales que afectan la localización de población

En el caso de las alternativas en evaluación, el factor ambiental más relevante para el bienestar de la población es el microclima, entendido como un conjunto de condiciones que difieren entre localizaciones que pertenecen a una misma región climática. En Chiloé continental los factores más relevantes para la diferenciación microclimática son la topografía, altura respecto al nivel del mar, orientación y distancia al litoral.

Dado que las alternativas evaluadas están todas en el litoral – condición que replica la localización actual de Chaitén – las diferencias entre ellas están dadas por la orientación respecto a los puntos

cardinales, la cual determina el grado de asoleamiento y exposición al viento. Ambas condiciones resultan extremadamente significativas en una zona de clima riguroso como Chaitén. Mientras el asoleamiento contribuye a subir las temperaturas e incrementar las horas de luz, la intensidad de los vientos dominantes disminuye la sensación térmica y agudiza el impacto de las lluvias intensas.

C Fases de la evaluación

Para la evaluación de los potenciales impactos de las alternativas de reconstrucción/relocalización de Chaitén, se ha elaborado una metodología que distingue dos fases: (1) fase temprana en la cual se analizan las cinco alternativas de localización en función de la presencia y/o afectación de ciertos factores ambientales seleccionados y (2) fase avanzada, en la cual se analiza(n) la o las localizaciones definidas por la autoridad en función de los factores ambientales identificados y los objetivos ambientales incluidos en el Plan de Reconstrucción/Relocalización.

En el presente Informe se entregan los resultados de la fase de evaluación temprana, que contrasta las cinco alternativas en función de sus potenciales impactos sobre ciertos factores ambientales y también en función de la presencia de ciertas condiciones ambientales importantes para el bienestar de la población.

El objetivo de esta fase de la EAE es permitir la comparación de alternativas, por tanto requiere una valoración de la magnitud e intensidad de los impactos para establecer cuáles alternativas generan menos impactos negativos sobre los sistemas naturales en los cuales se localizan, y una revisión de condiciones ambientales que puedan afectar negativamente el bienestar de la población.

3.4.2 Evaluación Ambiental de Alternativas

A Componentes de la evaluación de fase temprana

Los componentes ambientales a evaluar en esta fase son aquellos que permiten establecer comparaciones entre alternativas, y también permiten realizar una evaluación en función de la información existente o que es posible generar en el corto plazo de esta etapa del estudio. Debido a que el objetivo de esta fase es contribuir a tomar una decisión entre 5 alternativas, parece recomendable invertir los esfuerzos en identificar aspectos claves del medio natural y realizar una evaluación comparativa.

En virtud de estos criterios los factores ambientales evaluados son los siguientes:

- Paisaje: se evalúa en términos de calidad (valor paisajístico) y fragilidad (valor de fragilidad).
- Biodiversidad: se evalúa a nivel de paisaje aplicando métricas para la medición de la diversidad y conectividad del paisaje en cada localización alternativa. Las métricas utilizados son: Riqueza de parches (Índice de Diversidad de Shannon), Densidad de riqueza de parches (DRP), Cobertura de vegetación (% de cobertura) e Índice de Cohesión (IC).
- Microclima: se evalúa como uno de los componentes importantes para el bienestar de la población. Para ello se analiza la exposición a los vientos y asoleamiento de cada localización, ya que son determinantes en la definición de las temperaturas locales y longitud del día.

Los factores abióticos serán evaluados en la fase avanzada ya que requieren mediciones de terreno. En dicha fase se recomienda analizar geomorfología, hidrología y suelos.

La metodología de medición y evaluación se expone detalladamente en el Anexo 5.

B *Criterios para la valoración de alternativas de localización*

La integración de los factores ambientales se realizará por medio de una matriz en la que se pondrán en paralelo los resultados obtenidos parcialmente con el fin de obtener una visión general de valoración de los lugares propuestos.

Tabla 11. Criterios para la valoración de los lugares propuestos

CRITERIO		DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	
PA	Paisaje	Define la capacidad del paisaje para asumir una urbanización, calificada como actividad de alto impacto.	Baja capacidad	(3)
			Moderada capacidad	(2)
			Alta capacidad	(1)
BD	Biodiversidad	Define el estado del medio estudiado, calificando el impacto provocado por la instalación de una urbanización en términos de cohesión y cobertura.	Alto impacto	(3)
			Moderado impacto	(2)
			Bajo impacto	(1)
MC	Microclima	Califica la orientación de las zonas estudiadas en función del bienestar y exposición a vientos y radiación.	Desfavorable	(3)
			Moderado	(2)
			Favorable	(1)

Fuente: Elaboración Propia Serex

La ponderación de los valores obtenidos, con sus observaciones respectivas resultará en una comparación y discusión de las opciones con un enfoque ambiental.

La síntesis de resultados tendrá por objetivo sopesar los aspectos positivos y negativos de cada alternativa y generar recomendaciones en función de estos.

3.4.3 Resultados de la Evaluación Ambiental de Alternativas

A *Paisaje*

Con el objetivo de evaluar la reconstrucción/ relocalización de la ciudad de Chaitén de manera sostenible en el territorio, se hace un estudio sobre el paisaje tomando en cuenta el valor paisajístico y fragilidad de cada localización. El objetivo es medir y comparar los potenciales de las distintas opciones y su capacidad de acoger la urbanización, manteniendo o incrementando la calidad del paisaje.

La definición de las Unidades de Paisaje comprende las localizaciones propuestas y sus alrededores, diferenciando distintas clases o unidades que se proponen en la metodología.

El componente central que se reconoció fue la cubierta vegetal, que permite diferenciar las unidades de bosque, matorral, pradera, y en base a eso se obtienen los resultados expuestos en la Tabla 12.

Tabla 12. Comparación de Alternativas

ALTERNATIVA	VP*	VF*	RECOMENDACIÓN USO
Bahía Pumalín	6 / alto	1 / bajo	Turismo Sustentable / Recreación
Santa Bárbara	3/medio	2/ medio	Potencial para ser urbanizada pero se debe estudiar mejor su exposición que la hace frágil, y su menor diversidad. La presencia de playa puede aumentar su valor.
Santa Bárbara Sur	5 / alto	1/ bajo	Turismo Sustentable / Recreación
Fandango	4/ medio	2/ medio	Potencial para ser urbanizada pero se debe estudiar mejor su exposición que la hace frágil y de baja calidad lumínica.
Chaitén Norte			No hay información (Distorsión significativa por columna de humo y ceniza proveniente del volcán)

*Los valores se consideran aproximados a números enteros
Fuente: Elaboración Propia con base en Muñoz-Pedrerros, 2004

Respecto al valor paisajístico (VP), se han reconocido zonas de alto valor y zonas más degradadas. Las de mayor valor paisajístico son Bahía Pumalín y Santa Bárbara Sur, mientras que Fandango y Santa Bárbara presentan un valor medio. Con esto nos referimos al valor que implica la calidad visual de cada paisaje.

Respecto al Valor de Fragilidad (VF), las zonas menos frágiles son Bahía Pumalín y Santa Bárbara Sur, y aquellas con fragilidad media son Fandango y Santa Bárbara. Los paisajes de menor fragilidad presentan una mayor capacidad de absorción visual y esto junto al VP se puede interpretar que, a más alto el VP y más alto el VF es un paisaje destinado a la conservación, si el VF tiende a bajar se interpreta como un lugar de menor vulnerabilidad capaz de sostener actividades de mayor impacto como es el turismo sustentable. Por otra parte si el VF es bajo y el VP también, se interpreta como un lugar apto para la localización de actividades de alto impacto.

1. Bahía Pumalín

Las diferencias en los valores se deben a variaciones dentro de las diferentes variables evaluadas, que distinguen a Bahía Pumalín como la opción de mayor calidad paisajística pues posee todos los elementos paisajísticos determinados en la metodología (bosque, matorrales, pradera, humedales o vegas, superficies sin vegetación como cauces de río, playa, zonas afectadas por ceniza volcánica y superficies áridas, y cuerpos de agua). Además esta zona incluye playa y humedales que se reconocen como unidades singulares.

El VP de Pumalín se incrementa porque presenta un valor alto en el factor de orientación del paisaje ya que es una localidad protegida por la morfología.

Tabla 13. VP Bahía Pumalín, Calidad

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	
DIVERSIDAD (DI)	Nº Clases presentes por alternativa	Rango	6
UNIDADES SINGULARES (US)	Presencia de playa o humedal por alternativa	Ponderado según nº UP presentes en la alternativa	6
ORIENTACION (OR)	Exposición Sur / Este (o protegido por morfología)	Alto	6
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	4
	Exposición Norte/ Oeste	Bajo	1
VP		6,0	

Fuente: Elaboración Propia Serex

La Bahía Pumalín presenta un valor de fragilidad bajo principalmente por la diversidad de estratos vegetacionales que posee, la orientación del paisaje y la altura de la vegetación. En este caso se realizó una corrección que le asigna un valor medio pese a que los resultados iniciales indicaban un valor alto de fragilidad, pues hay una distorsión por nubosidad en el sector, que afecta la lectura de las unidades de paisaje en la imagen satelital. La interferencia de la nubosidad afecta el valor correspondiente a estratos de altura entre 1 y 3 metros, disminuyendo su área.

Tabla 14. VF Bahía Pumalín, Fragilidad

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	
Densidad de Vegetación	67-100% suelo cubierto	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto: 46,7753%	Medio	2
	0-34% suelo cubierto	Alto	3
Diversidad de Estrato	≥ 3 estratos de vegetación: 4	Bajo	1
	≥ 3 estratos de vegetación >1	Medio	2
	1 estrato vegetacional dominante	Alto	3
Altura de la Vegetación	> 3 metros de altura: 211,3750 Ha	Bajo	1
	Entre 3 y 1 metro de altura: 337,5 Ha	Medio	2
	< 1 metro de altura: 360,625 Ha	Alto	3
Pendiente	0-25% pendiente promedio: 7.3%	Bajo	1
	25-55% pendiente promedio	Medio	2
	> 55% pendiente promedio	Alto	3
Orientación del Paisaje	Exposición Sur / Este (o protegido por morfología)	Bajo	1
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	2
	Exposición Norte/ Oeste	Alto	3
VF		1,4	

Fuente: Elaboración Propia Serex

2. Santa Bárbara Sur

En el caso de Santa Bárbara Sur se distingue un mayor valor paisajístico debido a la presencia de todas las clases reconocidas en la metodología, por contar con humedal o vegas y por una exposición muy favorable, desde el punto de vista de la orientación del paisaje.

Tabla 15. VP Santa Barbará Sur, Calidad

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	
DIVERSIDAD (DI)	Nº Clases presentes por alternativa	Rango	6
UNIDADES SINGULARES (US)	Presencia de playa o humedal por alternativa	Ponderado según nº UP presentes en la alternativa	3
ORIENTACION (OR)	Exposición Sur / Este	Alto	6
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	4
	Exposición Norte/ Oeste	Bajo	1
VP		5,0	

Fuente: Elaboración Propia Serex

En cuanto al Valor de Fragilidad, Santa Bárbara Sur, al igual que Bahía Pumalín, presenta valores bajos por contar con todos los estratos vegetacionales reconocidos en la metodología, además su mayor área vegetacional es la de entre 1 y 3 metros, y su orientación tiende al Sur, lo que provee de una exposición beneficiosa en relación con los vientos dominantes.

Tabla 16. VF Santa Barbará Sur, Fragilidad

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	
Densidad de Vegetación	67-100% suelo cubierto	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto: 59,8%	Medio	2
	0-34% suelo cubierto	Alto	3
Diversidad de Estrato	> 3 estratos de vegetación : 4	Bajo	1
	≥ 3 estratos de vegetación >1	Medio	2
	1 estrato vegetacional dominante	Alto	3
Altura de la Vegetación	> 3 metros de altura: 361,2 Ha	Bajo	1
	Entre 3 y 1 metro de altura: 410,4 Ha	Medio	2
	< 1 metro de altura: 317,2 Ha	Alto	3
Pendiente	0-25% pendiente promedio: 7%	Bajo	1
	25-55% pendiente promedio	Medio	2
	> 55% pendiente promedio	Alto	3
Orientación del Paisaje	Exposición Sur / Este	Bajo	1
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	2
	Exposición Norte/ Oeste	Alto	3
VF		1,4	

Fuente: Elaboración Propia Serex

3. Fandango

Fandango tiene un VF y VP medio, lo cual se debe principalmente a la baja altura de la vegetación vegetal (disminuye la diversidad de estratos), y la exposición que da un alto valor de fragilidad y baja calidad. Por otra parte, las ventajas que presenta este territorio son su diversidad y la presencia de dos unidades singulares: playa y humedal o vegas.

Tabla 17. VP Fandango, Calidad

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	
DIVERSIDAD (DI)	Nº Clases presentes por alternativa	Rango	6
UNIDADES SINGULARES (US)	Presencia de playa o humedal por alternativa	Ponderado según nº UP presentes en la alternativa	6
ORIENTACION (OR)	Exposición Sur / Este	Alto	6
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	4
	Exposición Norte/ Oeste	Bajo	1
VP		4,3	

Fuente: Elaboración Propia Serex

Tabla 18. VF Fandango, Fragilidad

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	
Densidad de Vegetación	67-100% suelo cubierto	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto: 60,4%	Medio	2
	0-34% suelo cubierto	Alto	3
Diversidad de Estrato	> 3 estratos de vegetación : 4	Bajo	1
	≥ 3 estratos de vegetación >1	Medio	2
	1 estrato vegetal dominante	Alto	3
Altura de la Vegetación	> 3 metros de altura: 282,8 Ha	Bajo	1
	Entre 3 y 1 metro de altura: 602 Ha	Medio	2
	< 1 metro de altura: 1487,7 Ha	Alto	3
Pendiente	0-25% pendiente promedio: 17,8%	Bajo	1
	25-55% pendiente promedio	Medio	2
	> 55% pendiente promedio	Alto	3
Orientación del Paisaje	Exposición Sur / Este	Bajo	1
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	2
	Exposición Norte/ Oeste	Alto	3
VF		2	

Fuente: Elaboración Propia Serex

4. Santa Bárbara

Santa Bárbara presenta un VF medio, pues presenta una orientación del paisaje desfavorable y tiene solo tres de los cuatro estratos vegetacionales, lo que hace de la zona más vulnerable en términos de fragilidad. Su VP también es medio y se debe a una menor diversidad y ausencia de humedal como unidad singular, pero presentando playa como un potencial interesante para turismo. Su orientación es Norte, lo cual le entrega un alto valor de fragilidad pero un alto potencial en términos de bienestar, como se explicará más adelante.

Tabla 19. VP Santa Bárbara, Calidad

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	
DIVERSIDAD (DI)	Nº Clases presentes por alternativa	Rango	5
UNIDADES SINGULARES (US)	Presencia de playa o humedal por alternativa	Ponderado según nº UP presentes en la alternativa	2,5
ORIENTACION (OR)	Exposición Sur / Este	Alto	6
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	4
	Exposición Norte/ Oeste	Bajo	1
VP			2,8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. VF Santa Barbará, Fragilidad

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	
Densidad de Vegetación	67-100% suelo cubierto	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto: 60,7%	Medio	2
	0-34% suelo cubierto	Alto	3
Diversidad de Estrato	> 3 estratos de vegetación	Bajo	1
	≥ 3 estratos de vegetación >1: 3	Medio	2
	1 estrato vegetacional dominante	Alto	3
Altura de la Vegetación	> 3 metros de altura: 193 Ha	Bajo	1
	Entre 3 y 1 metro de altura: 360,2	Medio	2
	< 1 metro de altura: 336,3	Alto	3
Pendiente	0-25% pendiente promedio: 0%	Bajo	1
	25-55% pendiente promedio	Medio	2
	> 55% pendiente promedio	Alto	3
Orientación del Paisaje	Exposición Sur / Este	Bajo	1
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	2
	Exposición Norte/ Oeste	Alto	3
VF			2

Fuente: Elaboración Propia Serex

5. Chaitén norte

La alternativa de Chaitén Norte no se pudo analizar de acuerdo a la metodología propuesta, ya que la imagen Landsat 5 del lugar está intervenida por la columna de humo y ceniza que sale desde el volcán Chaitén, lo cual afecta el tratamiento de la imagen porque distorsiona la lectura espectral, e impide determinar las características del paisaje para esta alternativa.

En conclusión, de las localidades analizadas, Santa Bárbara y Fandango poseen un valor de fragilidad medio, que les permite absorber impactos de una intervención. La urbanización en cualquiera de estas localizaciones afectaría a paisajes de menor diversidad, y por tanto menor valor (VP), pero cuya exposición no es la más favorable para mantención de ecosistemas.

Las alternativas que presentan una mejor absorción de impactos desde el punto de vista del paisaje son Bahía Pumalín y Santa Bárbara Sur, por estar más consolidadas vegetacionalmente, pero considerando su valor paisajístico, serían también las más afectadas por la urbanización, ya que ésta es una intervención de alto impacto. Es decir, siendo dos localizaciones menos frágiles, su alto valor paisajístico hace poco recomendable la urbanización.

El óptimo esperado para la urbanización, desde el punto de vista del valor paisajístico sería una zona de baja fragilidad y de valor paisajístico moderado, de modo que la diversidad no se viera afectada desfavorablemente, pero que el bienestar de las personas fuera mantenido íntegro.

B Biodiversidad

Las alternativas de relocalización de Chaitén se encuentran localizadas dentro del Bosque siempre verde Templado de Interior, dominado por Coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) y Mañío (*Podocarpus nubigena*) (Luebert & Pliscoff, 2006). Esta formación se encuentra distribuida en toda la zona y se destaca por el predominio del estrato arbóreo, y se encuentra asociada a zonas frías y de los sueños de ñadis (suelo predominante en la zona), estos suelos son de poca profundidad, formados a partir de cenizas volcánicas y otros fenómenos asociados a formaciones lacustres; presentan un mal drenaje, por tener una capa impermeable de óxido de hierro y aluminio, esto también les da su color característico pardo-rojizo. Estos suelos son bastantes húmedos en invierno y en verano presentan una mayor sequedad, por lo cual no presenta un buen uso para actividades agrícolas (Ramírez, Mac Donald, & San Martín, 1996).

La siguiente tabla muestra las características generales de esta formación vegetacional:

Tabla 21. Bosque siempre verde Templado de Interior de *Nothofagus nitida* y *Podocarpus nubigena*

Componentes arbóreos	Estrata Arbustiva	Estrata Herbácea
<i>Nothofagus nitida</i> Coigüe de Chiloé	<i>Tepualia stipularis</i> Tepú	<i>Nertera granadensis</i> Coralito
<i>Podocarpus nubigena</i> Mañío macho	<i>Desfontainia spinosa</i> Taique	<i>Hebe salicifolia</i>
<i>Drimys winterii</i> Canelo	<i>Pseudopanax laetevirens</i>	<i>Pernettya mucronata</i> Pernetia
<i>Saxegothaea conspicua</i> Mañío hembra	Traumén	
<i>Amomyrtus luma</i> Luma	<i>Chusquea quila</i> Quila	
<i>Weinmannia trichosperma</i> Palo Santo	<i>Fuchsia magellanica</i> Chilco	
<i>Myrceugenia exsucca</i> Petra	<i>Aristolelia chilensis</i> Maqui	
<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i> Palo colorado		

Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008; en base a Luebert y Pliscoff, 2006

Análisis por cada localidad en la actualidad

La evaluación de los potenciales impactos sobre la biodiversidad está basada en el nivel de paisaje y para ello utilizó una imagen satelital LANDSAT 5 del 17 noviembre de 2008 que fue analizada mediante ARCGIS y FRAGSTATS (ver Anexo 5) Los resultados del análisis por cada localidad en la actualidad son los siguientes:

1. Bahía Pumalín

En Bahía Pumalín el ecosistema de praderas presenta número de parches, con una cantidad de 188 parches, cuya distribución presenta un índice de cohesión de 92,9. Este valor es alto y muestra que los parches de praderas se encuentran bien conectados, lo cual genera condiciones favorables el desarrollo de sus funciones ecológicas (ver lámina 1)

En superficie quien sigue al ecosistema de praderas es el matorral con el 21,6% con 132 parches y con el mayor índice de cohesión de todos los demás ecosistemas analizados, es decir, su continuidad espacial es casi perfecta.

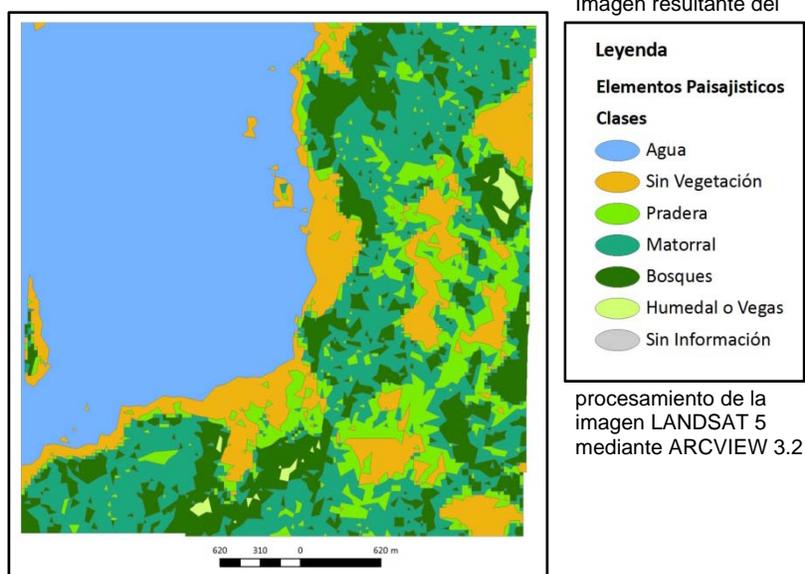
El bosque presenta una cantidad de 136 parches con una superficie de 13,6% (con respecto al total del área) presentan la menor conectividad con un 92,4, pero no es una cohesión mala, sino buena mostrando una continuidad dentro del paisaje facilitando los procesos ecológicos del lugar.

Tabla 22. Biodiversidad Bahía Pumalín

Clases de paisaje	Porcentaje de la Superficie total del paisaje	Nº de Parches	Índice de Cohesión
Pradera	41,2%	188	92,9
Matorral	21,6%	132	96,6
Bosques	13,6%	136	92,4
Humedal o Vegas	0,5%	14	75

Fuente: elaboración propia Serex

Lámina 1. Bahía Pumalín



Fuente: Elaboración propia Serex, 2008

2. Santa Bárbara

En esta localidad el matorral ocupa la mayor superficie con 26% del total de paisaje analizado, seguido por la pradera y bosques con 20,4% y 13,9% respectivamente. En relación con el número de parches de cada clase, el que presenta la mayor cantidad es el ecosistema de praderas, seguido por el bosque y el matorral (ver lámina 2).

También se observan diferencias en su continuidad espacial, siendo el ecosistema de matorral el que presenta el mayor valor para el Índice de cohesión con 97,8, seguido por el bosque con IC de 96,1 y pradera con un índice de 94,5.

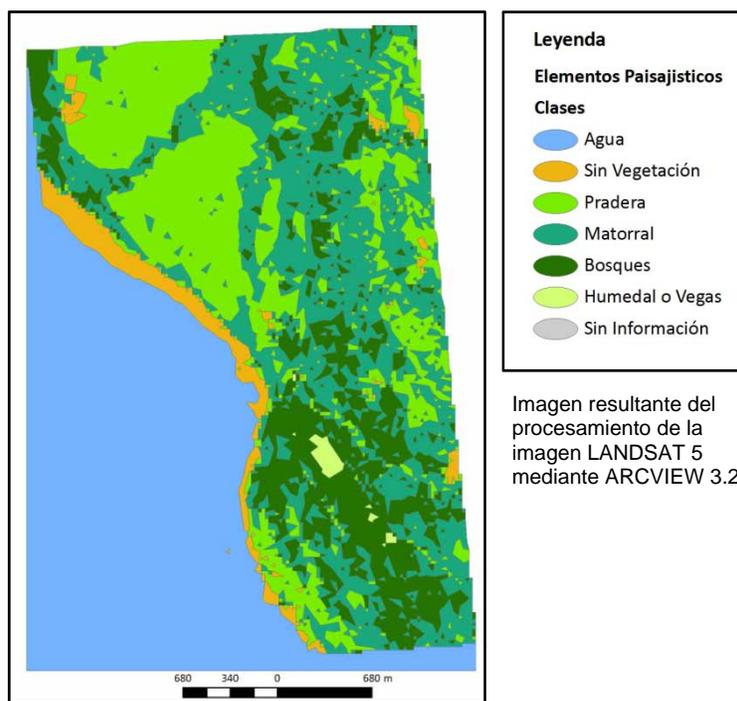
Respecto a la clase Humedal/vegas, cubre sólo un 4% de la superficie total y tiene un IC de 82,5, lo que indica que presenta una baja conectividad (en términos relativos), presentando un separación entre los parches existente en la zona.

Tabla 23. Biodiversidad Santa Bárbara

Clases de paisaje	Porcentaje de la Superficie total del paisaje	Nº de Parches	Índice de Cohesión
Pradera	20,4%	159	94,5
Matorral	26%	103	97,8
Bosques	13,9%	129	96,1
Humedal o Vegas	0,4%	6	82,5

Fuente: Elaboración propia Serex

Lámina 2. Santa Bárbara



Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008

3. Santa Bárbara Sur

Al igual que Santa Bárbara, esta localidad presenta la mayor parte de su superficie cubierta por matorral con 25,5% de superficie del área y un índice de conectividad de 98,1, pero presenta una mayor porción de bosque con 22,5% de superficie y un índice de conectividad de 96,4. En cambio, el ecosistema de pradera representa sólo un 10,2% de la superficie total y un presenta índice de conectividad de 85,4 que resulta bastante más bajo que las anteriores clases de paisaje (ver Lámina 3).

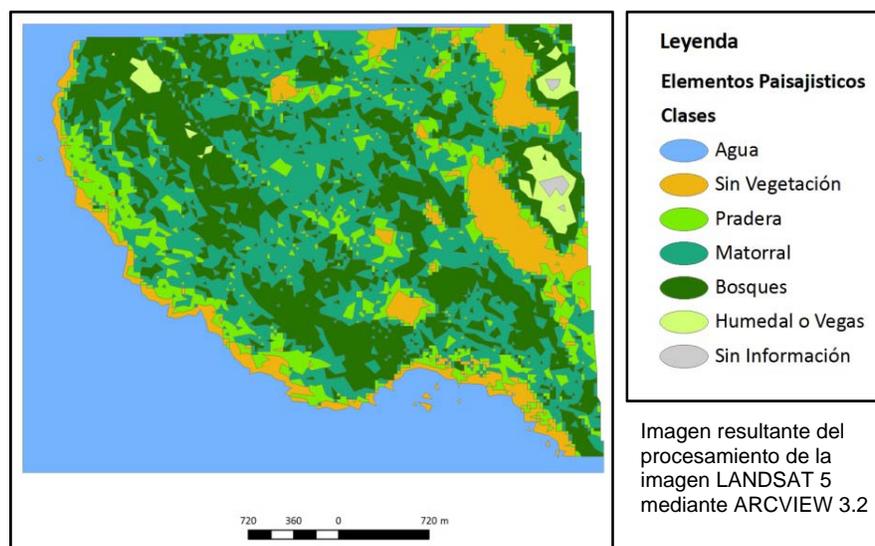
También en esta localización se pueden identificar varios parches de humedales o vegas los cuales en este caso presentan un índice de conectividad de 91,01. Uno de los parches identificados se extiende hasta la localización anterior, Santa Bárbara.

Tabla 24. Biodiversidad Santa Bárbara Sur

Clases de paisaje	Porcentaje de la Superficie total del paisaje	Nº de Parches	Índice de Cohesión
Pradera	10,2%	220	85,4
Matorral	25,5%	161	98,1
Bosques	22,5%	130	96,4
Humedal o Vegas	1,7%	10	91,01

Fuente: Elaboración propia Serex

Lámina 3. Santa Bárbara Sur



Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008

4. Fandango

Dentro de esta localidad se presenta una predominancia del ecosistema de pradera tanto en superficie como en número de parches, ya que ocupa el 31,2% de la superficie total del paisaje analizado con 159 parches. El índice de conectividad es de 98,7 lo cual indica que los parches están muy próximos entre sí (ver lámina 4). Esta condición puede significar que el área ha sufrido la tala y extracción de las plantas leñosas originales, ya que otros lugares de la provincia en similar condición de altura y cercanía al océano muestran cobertura arbustiva/arbórea densa.

El ecosistema de matorral presenta un 19,5% de superficie y un índice de conectividad de 97,4, mientras que el bosque está bastante disminuido presentando la menor cobertura con un 9,1% de la superficie total y una conectividad de 93,1. El IC es alto a pesar de que se identificaron 91 parches, lo cual es un indicio de cercanía o continuidad entre ellos.

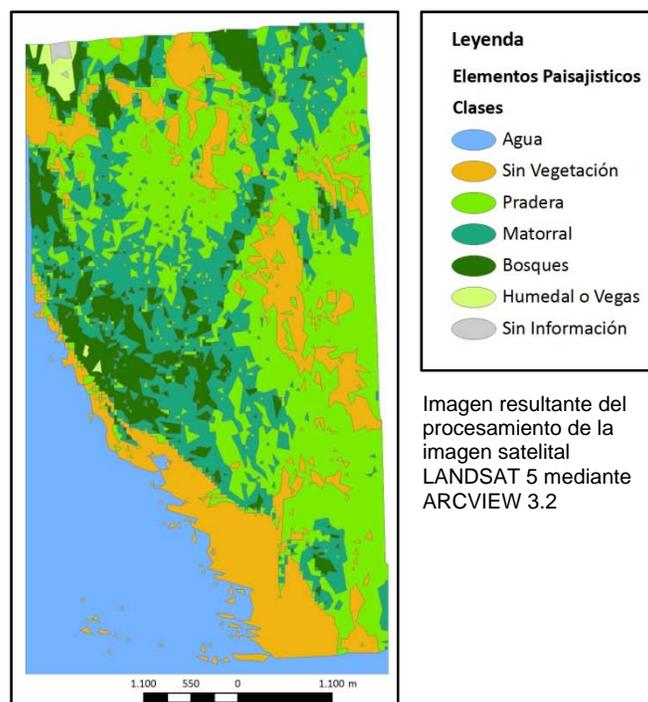
La pequeña superficie de humedal o vegas que se encuentra en este sector presenta un importante índice de conectividad con 86,4, lo cual indica un grado de cercanía entre los parches existentes:

Tabla 25. Biodiversidad Fandango

Clases de paisaje	Porcentaje de la Superficie total del paisaje	Nº de Parches	Índice de Cohesión
Pradera	31,2%	159	98,7
Matorral	19,5%	140	97,4
Bosques	9,1%	91	93,1
Humedal o Vegas	0,6%	6	86,4

Fuente: Elaboración propia Serex

Lámina 4. Fandango



Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008

Para cada sector se obtuvo el la Densidad de Riqueza de Parches (DRP), los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 26. DRP por Localidad Propuesta

Propuesta	Densidad de Riqueza de Parches DRP	Cobertura Vegetal
Bahía Pumalín	0,39	76,9%
Santa Bárbara	0,43	60,7%
Santa Bárbara Sur	0,44	59,9%
Fandango	0,23	60,4%
Chaitén Norte	S/I	S/I

Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008

Como se observa en la tabla las tres primeras opciones presentan los mayores valores de DRP y Fandango es el que muestra el menor valor.

Análisis por cada localidad con urbanización

1. Bahía Pumalín

El ecosistema de bosques en esta localidad presenta una perdida por una futura urbanización de 1,8%, y una pérdida de cohesión de 0,1%. El ecosistema de paradera presenta la mayor pérdida con un 32,2% de cobertura, pero es una zona que muestra la perdida de bosque nativo por explotación.

No se presenta perdida del ecosistema de humedal o vegas en esta localidad.

Tabla 27. Biodiversidad Bahía Pumalin con Urbanización

Ecosistemas	Porcentaje de Cobertura Vegetal	Cohesión	Densidad de Riqueza de Parches DRP
Pradera	9,0%	86,5	
Matorral	18,1%	96,1	
Bosques	11,8%	92,3	
Humedal o Vegas	0,5%	75	
Totales	39,4%		

Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008

2. Santa Bárbara

La pérdida de cobertura de bosque en esta localidad es de 0,5% y su continuidad también es menor es de 0,8%. El ecosistema de humedal o vegas presentan una pérdida sólo de cohesión de 0,8%.

La mayor pérdida en esta localidad la presenta la cobertura y cohesión de pradera al igual que la zona anterior.

Tabla 28. Santa Barbará con Urbanización

Ecosistemas	Porcentaje de Cobertura Vegetal	Cohesión	Densidad de Riqueza de Parches DRP
Pradera	14,6%	91,3	
Matorral	23,7%	97,3	
Bosques	13,4%	96,4	
Humedal o Vegas	0,4%	81,8	
Totales	52,1%		

Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008

3. Santa Barbará Sur

En el sector de Santa Barbará Sur la pérdida del ecosistema de bosque presenta una pérdida de cobertura de 2,4% y su cohesión presenta una pérdida de 0,7%. Con respecto al ecosistema de humedal o vegas presenta una pequeña disminución de cobertura por la urbanización de 0,1% y no presenta pérdida de cohesión.

Tabla 29. Santa Bárbara Sur con Urbanización

Ecosistemas	Porcentaje de Cobertura Vegetal	Cohesión	Densidad de Riqueza de Parches DRP
Pradera	9,4%	85,3	
Matorral	21,9%	96,7	
Bosques	20,1%	95,7	
Humedal o Vegas	1,6%	91,01	
Totales	53,0%		

Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008

4. Fandango

La pérdida de cobertura de bosque por la urbanización que se pueda producir en esta localidad es de 3% y su cohesión presenta una pérdida de 7,1%, siendo en esta zona donde mayor pérdida de conectividad presenta el ecosistema de bosque.

Con respecto a los ecosistemas de humedal o vegas su pérdida de cobertura y cohesión es nula.

Tabla 30. Fandango con Urbanización

Ecosistemas	Porcentaje de Cobertura Vegetal	Cohesión	Densidad de Riqueza de Parches DRP
Pradera	26,9%	97,6	
Matorral	13,2%	96	
Bosques	6,1%	86,5	
Humedal o Vegas	0,0%	0	
	46,2%		0,53

Fuente: Elaboración Propia Serex, 2008

En conclusión de este apartado se puede destacar que en todas las localidades, los diferentes ecosistemas (pradera, bosque, matorral) presentan un buen nivel de conectividad espacial, por lo que se puede inferir que existe un buen equilibrio de los procesos ecológicos, aunque para afirmar con certeza la condición funcional de este paisaje son necesarios estudios específicos que requieren de muestreo sistemático y de más largo plazo.

Cualquier tipo de alteraciones dentro de las localizaciones producto de la urbanización y las obras de infraestructura asociadas: caminos, plantas de tratamiento o emisarios de aguas servidas, plantas de producción de agua potable, rellenos sanitarios, etc., producirán una fragmentación de los ecosistemas analizados. Para que ello no constituya un impacto negativo sobre la biodiversidad se debe realizar un análisis específico en la localidad o localidades seleccionadas, para ajustar el trazado de la planta urbana y obras anexas a las condiciones de conectividad ecológica locales. Asimismo, es posible el diseño de una urbanización sustentable, permeable a los diferentes componentes de la fauna y flora local que deben ser protegidos, conservados y conocidos por la comunidad local.

C Microclima

Como factor microclimático se consideró en este estudio la orientación del paisaje como un factor de bienestar que se debe tomar en cuenta en la localización de asentamientos, pues afecta la calidad de vida de sus habitantes. Este factor es además fundamental en el estudio de paisaje pues determina fragilidad de la zona analizada.

En lo que respecta a fragilidad, es muy importante considerar el grado de exposición de las laderas, pues dependiendo de su orientación reciben mayor o menor radiación y vientos.

En general, “la mayor exposición al sol provoca menor retención de humedad en los poros intersticiales del suelo, ya que presenta una mayor cantidad de horas y un directo ángulo de exposición a los rayos solares. Mientras que las laderas que exponen hacia el Sur y suroeste están

expuestas a los vientos cargados de humedad del océano, los cuales penetran por las quebradas y mantienen la humedad en masas vegetales y edáficas.”⁹

Ahora, desde el punto de vista antrópico, las consideraciones son relativamente opuestas pues tendría una mayor calidad la Solana que la Umbría en términos de habitabilidad y bienestar.

Se puede asimilar la zona estudiada con las coordenadas de la ciudad de Castro, con el fin de estudiar el comportamiento de la trayectoria solar expuesto por Stuvan (1969).

Tabla 31. Trayectoria solar de Castro

Fecha	Hora salida-puesta de sol (aprox.)	Azimut	Altura a las 12:00 am
Jun 22	7:40 am	58°	26°
	16:20 pm	301°	
Dic 22	4:30 am	125°	73°
	19:30 pm	237°	

Fuente: Elaboración Propia Serex con base Muñoz-Pedrerros, 2004

De aquí se obtiene que la variación de asoleamiento determina una zona que permanece siempre cubierta. Esta será considerada como la zona de mayor valor en cuanto al bienestar y se delimitará entre -59° y los 58° (con el Norte como referencia 0°). Los valores medios serán para asoleamientos comprendidos entre los 58° y los 125°, y entre los -59° y los -123°. Todo el resto será considerado como sombrío.

En la combinación de los valores que adquiere la exposición desde el paisaje con los valores que adquiere la exposición desde el bienestar para cada alternativa, se genera la tabla expuesta a continuación.

Tabla 32. Comparación de Exposición

Alternativa	Exposición	Valor exposición desde perspectiva del paisaje	Valor exposición desde perspectiva del bienestar
Bahía Pumalín	Noroeste	Protegido por morfología/ Bajo (1)	Mediano (2)
Santa Bárbara	Norte	Alto (3)	Asoleado (3)
Santa Bárbara Sur	Sur	Bajo (1)	Sombrío (1)
Fandango	Oeste	Alto (3)	Sombrío (1)
Chaitén Norte	Noreste	Medio (2)	Asoleado (3)

Fuente: Elaboración Propia con base Muñoz-Pedrerros, 2004

De lo expuesto en esta tabla, los lugares que presentan mejores condiciones de exposición son Bahía Pumalín y Chaitén Norte.

Por otra parte, la alternativa que presenta las peores condiciones de exposición es Fandango, por ser sombrío y de gran fragilidad.

⁹ (http://www.e-seia.cl/archivos/ESTUDIO_DE_COMPONENTE_PAISAJE.pdf)

El óptimo para esta matriz comparativa sería la exposición Este, y en menor medida, zonas con exposición Sureste, Noroeste y Noreste.

3.4.4 Síntesis

Luego de realizar el análisis de cada uno de los componentes ambientales considerados para esta etapa, se efectuó un análisis de síntesis en donde se consideraron los resultados obtenidos de cada uno de los componentes en función de las alternativas de localización.

A partir de esto se genera una tabla de síntesis con recomendaciones para cada caso:

Tabla 33. Síntesis de análisis de Paisaje, Biodiversidad y Microclima

ALTERNATIVA	PA	BD	MC	RECOMENDACIONES
Bahía Pumalín	3	1	1	Potencial de urbanización, cuidando la calidad paisajística, produciendo el menor impacto posible. Dados las características paisajísticas se puede desarrollar un turismo sustentable. Es importante que no se afecten los elementos del paisaje como humedal o vegas, que se puedan encontrar cercanos a la urbanización.
Santa Bárbara	1	1	2	Es un lugar favorable en términos de urbanización, pero debe tomarse en cuenta que se encuentra muy afectado por los vientos y radiación, aunque en términos de bienestar tenga un buen asoleamiento. Se debe considerar que en un escenario de urbanización del área no se afectan en gran medida ecosistemas de bosque y de humedal o vegas, ni la calidad paisajística del lugar.
Santa Bárbara Sur	3	2	2	No recomendable pues interfiere la continuidad de humedales o vegas y bosque disminuyendo además la cobertura de éstos. Se debe considerar además que este lugar posee un bajo asoleamiento, afectando el bienestar para la habitabilidad y se debe tener precaución, en caso de urbanizar, en la mantención de su valor paisajístico. También, por las características paisajísticas de absorción visual, se puede desarrollar turismo sustentable.
Fandango	2	3	3	No recomendable para urbanización por su fragilidad dado que su orientación lo expone a vientos y radiación, es un lugar de baja calidad en términos de bienestar por asoleamiento y, en términos de biodiversidad, se generaría un gran impacto por la pérdida de conectividad del ecosistema boscoso si el lugar se urbanizara.
Chaitén Norte	S.I.	S.I.	1	En términos de orientación es una zona de buen asoleamiento y baja exposición a vientos y radiación, pero, en este caso, el valor paisajístico y la biodiversidad se encuentran afectados por el impacto producido por la actividad volcánica del volcán Chaitén. No se dará una recomendación para urbanización pues no se puede precisar el análisis, dado que no se pudo realizar la evaluación a nivel de paisaje y biodiversidad de este lugar. Esto porque la imagen satelital Landsat del lugar está intervenida por la columna de humo y ceniza que sale desde el volcán Chaitén.

Fuente: Elaboración Propia Serex

3.5 POTENCIAL DESARROLLO ECONÓMICO E INTEGRACIÓN PROVINCIAL

Como se detalló en la entrega anterior, la reconstrucción de la ciudad de Chaitén ofrece una oportunidad única para crear una ciudad basada en la sostenibilidad económica, social y ambiental. En esta manera se puede generar un modelo nuevo para Chile, un referente importante el escenario mundial y una fuerza de atracción importante de capital y turismo de alta calidad a esta región.

Cabe destacar que este potencial es, en general, independiente de la localización final seleccionada para la nueva ciudad, por lo que en esta etapa no representan un factor crítico de análisis.

En virtud de lo anterior, se identifican a continuación una síntesis de las iniciativas que se puede implementar para mejorar la sostenibilidad del nuevo asentamiento, presentadas con mayor detalle en la etapa anterior, que serán profundizadas en la siguiente etapa.

A Medio Ambiente y Recurso Naturales

Aguas Lluvia: Introducir zanjas y/o lagunas de retención para el desagüe de aguas lluvia por infiltración, generando hábitats diversos para la naturaleza.

Agua Potable: Priorizar el uso de fuentes superficiales que funcionen por gravedad, por sobre el uso permanente de pozos que requieran bombas que consumen energía.

Agua Servida: Proveer un sistema de tratamiento de las aguas servidas para reducir la contaminación del mar. Aprovechar el lodo producido por el tratamiento de las aguas para mejorar suelos agrícolas y apoyar una industria local.

Energía: En el corto plazo la provisión el suministro de energía para Chaitén va venir de grupos electrógenos a diesel, pero desde una perspectiva de largo plazo se recomienda iniciar el proceso de estudios para definir la factibilidad de construir un centro de generación de energía geotérmica.

Además, es posible instalar una red de distribución de agua caliente en el distrito urbano como fuente de calefacción para las viviendas, negocios y/o industria. En el corto plazo esta red puede estar suministrada por el grupo electrógeno (sistema de calor y energía combinado) y en el largo plazo por la central geotérmica.

B Social

Social: Programas de apoyo al desarrollo de Chaitén, infraestructuras para la comunidad (colegios, deportes, administración, etc.), programas que faciliten el emprendimiento local, capacitaciones enfocadas al potencial económico de la provincia.

C Economía

Oferta Turística: Convertir el zona de impacto de la erupción en una parque memorial / de interpretación, ofreciendo una espacio público para los ciudadanos y una atracción turística. También es posible, entre otras iniciativas, abrir un nuevo spa resort con aguas calentadas por energía geotermal.

Producción de Alimentos: Es posible generar una Industria alimentaria de alto valor agregado, enfocada en la producción orgánica para uso local, turismo y eventualmente exportación.

Materiales: La construcción de la nueva ciudad, permitirá ser el motor inicial de una Industria que produzca de materiales de construcción sustentables, manejo sostenible del bosque nativo y desarrollo de tecnologías de construcción.

Energía no Convencional Renovable: Como ya se ha mencionado, la provincia de Palena y en especial la comuna de Chaitén, tiene un gran potencial geotérmico, lo que ofrece la oportunidad única de desarrollar una nueva actividad económica en torno a la generación de energías renovables no convencionales (ERNC) de bajo impacto medioambiental y gran potencial económico. Esta energía de bajo costo marginal, puede funcionar como soporte para una economía activa.

3.6 COSTOS Y PLAZOS PRELIMINARES

A continuación se exponen los costos de reconstrucción de Chaitén para las distintas alternativas de emplazamiento contempladas. Para facilitar la comparación entre ellas, los cálculos suponen un área de urbanización única de 100 hectáreas. Cabe destacar que algunos ítems no se relacionan con la superficie de la ciudad, sino son fijo (aeródromo, puerto, carretera, etc.). Además en algunos casos los aspectos topográficos y de riesgos, tienen mayor preponderancia. Para la estimación de los costos de infraestructura de conectividad, se utilizaron valores referenciales aportados por el Ministerio de Obras Públicas.

Las alternativas Fandango, Santa Bárbara, Santa Bárbara Sur y Bahía Pumalín implican la reconstrucción de Chaitén en un emplazamiento nuevo, por lo que los trabajos de urbanización deben comenzar de cero.

En contraste, la alternativa Chaitén Norte implica reconstruir Chaitén en el área norte de la ciudad actual, donde posiblemente se podrá recuperar parte de las viviendas, calles, tendido eléctrico, etc. El área que SERVIU ha registrado como posiblemente recuperable corresponde a 70 hectáreas (y se ha calculado con este supuesto, aunque el consultor estima que esta área es cercana a las 30 há).

Como la reutilización de las instalaciones en esta área es incierta, ya que es necesario llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los daños que éstas han sufrido, se analizan tres escenarios alternativos: (1) Escenario Pesimista, representa el caso en que las instalaciones son irrecuperables; (2) Escenario Moderado, representa el caso en que 50% de las instalaciones, afectadas por inundaciones, pueden ser recuperadas en zonas de menos riesgo (supuesto que se emplea en la tabla comparativa); y (3) Escenario Positivo, caso en que todas las instalaciones, afectadas por las inundaciones, pueden ser recuperadas.

Cabe destacar que para la porción de obras sanitarias que no estén en buenas condiciones, el costo de repararlas es más alto que construirlas de nuevo. Esto debido a que es necesario demoler la calle que pasa sobre los ductos, repararlos y volver a pavimentar sobre ellos. Otro inconveniente de reutilizar la infraestructura actual, es que una correcta apreciación sobre su estado toma mucho tiempo, y muchas veces sólo puede obtenerse a través del uso reiterado. Así una vez reacondicionadas pueden aparecer filtraciones inesperadas, aumentando los costos de reparación de manera importante.

Según lo anterior, para la alternativa Chaitén Norte se deberían llevar a cabo ciertas faenas adicionales, que no se requerirían en las otras alternativas. Ejemplo de esto son los trabajos de limpieza, necesarios para despejar de cenizas y escombros, las viviendas afectadas.

Gran parte de la diferenciación de las alternativas en cuanto a costos, se debe a la distinta topografía y las condiciones de riesgo (mitigable) del terreno en cada una de ellas. Las diferencias en la calidad del suelo, que posiblemente pueden existir, no han sido consideradas, ya que no existen datos precisos para cada localidad.

3.6.1 Glosario Ítems y Supuestos Utilizados para su Cálculo

A Compra de terrenos

Respecto a los terrenos que sean de propiedad privada, que son necesarios comprar para la viabilidad de las alternativas de Bahía Pumalín, Santa Bárbara, Santa Bárbara Sur y Fandango, se estimó un precio de \$3 millones por hectárea, correspondiente al valor de mercado de terrenos rurales en las inmediaciones de Chaitén, previo a la erupción del volcán

B Abastecimiento de la ciudad

Este ítem se refiere a los costos de abastecimiento de los servicios hasta la entrada de la ciudad, sin considerar los costos de distribución a los distintos lotes.

Agua Potable: El sistema de captación de agua potable no está definido, pues se requieren estudios respecto a si se hará de manera superficial (en un río) o subterránea (napas). Además, según el informe de ESSAL, las instalaciones de acumulación, filtros y cloración, son totalmente recuperables desde Chaitén.

Alcantarillado: Se estima el costo de construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas, incluyendo su emisario submarino.

Electricidad: Se consideran los costos de extender la electrificación (postación y tendido) desde el sector sur de la ciudad actual hasta la entrada de cada alternativa.

Gas: Suponemos que el gas utilizado es gas licuado, por lo que no existe costo de abastecimiento, ya que no es necesario construir planta o red de abastecimiento a la ciudad.

C Urbanización

Este ítem se refiere a los costos de urbanización del macro lote de 100 hectáreas. Se supone que el terreno es parcelado de acuerdo a la distribución de tamaños de predio preexistente en Chaitén.

Agua Potable: Costo de construcción de una Matriz que cubra todo el trazado urbano, incluyendo las zonas de expansión. Considera la ejecución de los arranques domiciliarios para cada lote y la instalación de grifos en espacios públicos.

Alcantarillado: Considera la ejecución de colectores y cámaras en todas las calles, incluyendo las uniones domiciliarias. Al igual que en Chaitén, el escurrimiento será gravitacional hasta la planta de tratamiento. Costo de la red de alcantarillado desde los lotes, hasta la planta de tratamiento.

Calles: Costo del trazado de calles dentro del macro lote, hasta el empalme con la carretera. La faja contempla la construcción de calzadas de asfalto de 7 metros de ancho, soleras. Se agregan veredas de 4 metros, a cada lado, con acera y arborización nativa.

Electricidad: Se supone que el tendido eléctrico antiguo puede ser reutilizado por la empresa distribuidora local para el caso de Chaitén. Sin embargo, se estima que la mejor opción es realizar

un tendido subterráneo de estas redes, en el contexto de la nueva urbanización de cada alternativa.

Gas: Se supone que se utilizará gas licuado, por lo que no existirá red de gas.

Terrenos: Costos de preparar los terrenos para posibilitar la futura construcción de viviendas, y permitir la construcción de caminos. Se trata de un escarpe uniforme de un espesor entre 0,5 y 1 metro. Se incluyen costos de demolición (sólo Chaitén Norte), escarpe, rellenos, excavaciones y retiro de material a 10 km de la zona.

D *Edificación*

Viviendas: Este subítem incluye los costos de construcción de las viviendas. El detalle de este ítem será requerido en la siguiente etapa, en función de la demanda que se estime. De mientras, se estima un monto mínimo y parejo de 1.000.000 UF (800 viviendas con un costo promedio de 1.250 UF).

Para el caso de Chaitén Norte, a este monto se le resta el valor de las viviendas que podrían ser recuperadas, calculado según la metodología explicada en el Capítulo 2, ya que las viviendas existentes y que permanecen en buen estado no requerirán ser reconstruidas.

Equipamiento: Costos de reposición del equipamiento público para la ciudad (municipalidad, carabineros, colegios, etc.). En todo caso, esto es para dar un orden de magnitud, ya que se asume igual para todas las alternativas, por lo que no afecta la decisión a tomar.

Igual que en el caso de las viviendas, para el caso de Chaitén Norte, a este monto se le resta el valor del equipamiento que podría ser recuperado.

E *Conectividad*

Este ítem incluye los costos de conectar la ciudad al resto de la provincia y el país.

Aeródromo: El aeródromo a construir será el mismo (misma localidad, tamaño), independiente de la alternativa de asentamiento escogida finalmente. Por lo tanto este costo será igual para todas y se adjunta un estimado realizado por el MOP a fin de dar orden de magnitud.

Pavimentar Carretera: Para todas las alternativas se encuentra disponible, o en construcción un camino de acceso¹⁰. Por lo tanto el costo adicional se refiere a la pavimentación del camino disponible, en caso que este sea de tierra. En el caso del tramo entre Chaitén y Santa Bárbara se estimó un valor referencial de \$150 MM por Km, mientras que para el tramo Santa Bárbara – Bahía Pumalín, es supuesto es \$500 MM por las condiciones previas.

Puerto: Se consideran las estimaciones preliminares realizadas por el MOP. Para Chaitén se estima un costo de \$10.000 MM para la construcción de la infraestructura portuaria. Para Santa Bárbara y Santa Bárbara Sur aún no existen estimaciones, por lo que se utiliza el mismo valor. Para Bahía Pumalín la estimación es un poco mayor a \$12.000 MM, debido a la dificultad de accesibilidad durante su construcción.

¹⁰El tramo Santa Bárbara – Bahía Pumalín estaba en construcción al momento de la erupción del volcán. Si bien estas faenas están detenidas, y debido al ensanchamiento del Río Blanco (el de las cercanías de Chana) hacen necesarios una redefinición del trazado, se asume que la construcción en ripio de esta ruta estaba justificada de antes, por cuanto los importantes beneficios sociales de la población que habita la zona.

Cabe destacar que la construcción de la conexión vial al puerto también puede diferir entre alternativas, pero no se encuentra considerado en este ítem, ya que se ha contabilizado en el ítem anterior.

F *Obras de mitigación*

Este ítem incluye los costos de obras de mitigación en caso que el asentamiento elegido posea áreas de riesgo o peligro. No todos los peligros pueden ser mitigados, por lo que algunas alternativas no tendrán costos de mitigación asociados, pero sin embargo pueden ser zonas peligrosas.

Esto no constituye un estudio de obras de mitigación –que debe ser preparado por un experto– sino al costeo de algunas obras “tipo”, utilizadas en experiencias extranjeras y que utilizan la tecnología de diseño SABO¹¹:

Volcánica: Por las características de la erupción del volcán, con abundante material que es lanzado al aire, no existen obras que puedan solucionar esta problemática. Por lo tanto el problema se centra en los efectos colaterales de la caída de cenizas en toda la zona y que se ha depositado en las laderas de cerros, las quebradas y cauces de ríos.

Las obras de mitigación para los flujos piroclástico no pueden ser evaluadas sin un diseño previo, así que no se incorporan en este análisis, aunque como vimos en el capítulo 2 el costo de estas infraestructuras es muy elevado.

Lahares: Corresponde al escurrimiento de sedimentos volcánicos, por efecto de la acumulación inestable de cenizas, arrastre por lluvias intensas o desprendimiento por sismos. En los cauces de ríos, la ceniza se embanca y produce la acumulación de carga que puede ser liberada imprevistamente. El material arrastra escombros vegetales y remueve árboles y otras masas de tierra. Los métodos más comunes de mitigación son terraplenes de contención, represas de sedimentos y piscinas de amortiguamiento. Se presentan costeos gruesos de estas faenas y su emplazamiento según los riesgos de cada alternativa.

Remoción en masa: Por efecto de la acumulación de ceniza en zonas de alta pendiente, más las características propias de un suelo inestable y la alta pluviosidad, se producen deslizamientos de masas de tierra. En las cercanías de centros poblados, la mitigación más recomendada es la construcción de muros de contención de hormigón o la estabilización de taludes con variadas técnicas. Se costea la ejecución de muros de hormigón.

¹¹ [HTTP://WWW.INTERNATIONALFLOODNETWORK.ORG/AR2006/AR10SUMARYONO.PDF](http://WWW.INTERNATIONALFLOODNETWORK.ORG/AR2006/AR10SUMARYONO.PDF)

<http://www.sabo-int.org/>

Tabla 34. Costos de las Alternativas en UF

Item	Sub-item	Chaitén Norte	Fandango	Santa Bárbara Sur	Santa Bárbara	Bahía Pumalín
Compra Terrenos		-	8.372	11.163	2.791	13.953
Abastecimiento a la Ciudad *	Agua potable	-	-	-	-	-
	Alcantarillado	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000
	Electricidad	512	2.350	4.985	6.437	15.118
Urbanización *	Agua potable	18.879	28.000	26.501	30.000	29.475
	Alcantarillado	54.277	80.500	76.191	86.250	84.742
	Calles y bandejonas	80.530	119.438	113.044	127.969	125.731
	Terrenos	43.487	98.426	113.655	86.138	113.834
Edificación	Equipamiento	323.104	744.186	744.186	744.186	744.186
	Viviendas	643.583	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Conectividad	Pavimentar carretera	40.856	151.944	239.296	329.732	419.976
	Aeródromo	302.326	302.326	302.326	302.326	302.326
	Puentes	816	3.264	4.080	-	3.264
	Puerto	465.116	465.116	465.116	465.116	558.139
Obras de Mitigación *	Lahares	310.517	145.657	43.120	67.331	27.704
	Remoción en masa	84.735	-	-	62.248	-
	Volcánica	-	-	-	-	-
COSTO DIRECTO		2.409.738	3.190.577	3.184.663	3.351.523	3.577.426
Gastos Generales *	10%	63.394	51.537	41.850	50.737	43.760
Utilidades *	10%	63.394	51.537	41.850	50.737	43.760
TOTAL NETO		2.536.525	3.293.651	3.268.362	3.452.998	4.292.911
TOTAL FINAL MMUS\$	645	85	110	109	115	143
TOTAL FINAL MMCH\$	21.500	1.817.843	2.360.450	2.342.326	2.474.648	3.076.586

* Sólo en estos ítems es necesario incluir gastos generales y utilidad, ya que se estimó su costo de construcción (Ver detalles en Anexo 6). Para los otros casos los valores referenciales utilizados ya los contempla.

Fuente: Elaboración OCUC

3.6.2 Plazos para la Reconstrucción

Para la programación y planificación de las actividades, se han tomado ciertas variables y criterios que, en su conjunto establecen los tiempos de ejecución de cada proyecto. En general, las variables son las que definen Qué y Cuánto hay por hacer, mientras que los criterios de programación determinan Cómo y Cuándo hacerlas, configurándose las relaciones entre las actividades, la asignación de recursos y los rendimientos para cada actividad.

Las principales variables son las actividades que en cada lugar se debe ejecutar (urbanización, vialidad, mitigaciones, edificación, entre otras), junto con sus volúmenes de obra, determinados sobre la base de los estudios de cabida.

El principal criterio de programación se relaciona con la definición de dos etapas generales que permiten ir concretando, progresivamente, las condiciones para la habitabilidad de la nueva ciudad. Un segundo criterio se relaciona con la existencia de “temporadas” de trabajo, de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona (esto se refleja en la “pausas” que hay en las Gantt e implican que la actividad disminuye en el periodo Mayo-Septiembre y se trabaja normalmente entre Octubre y Abril. (Ver detalles en Anexo 7)

Primera Etapa

Es esta etapa, se deben comenzar las obras que permitan habilitar la zona para el emplazamiento de la nueva ciudad, tanto en sus aspectos de conectividad, mitigación de riesgos y la dotación de servicios básicos. De esta manera, se proyecta que se podrían construir una serie de equipamientos mínimos y algunas viviendas, de manera que se reinicie la actividad en esta parte neurálgica de la provincia.

- Conectividad: Esto involucra al camino desde Chaitén y las obras del futuro puerto, para la conectividad con el resto de la provincia y la provisión de recursos humanos y materiales que se requieren para la obra.
- Mitigaciones: Asumiendo que la seguridad ambiental es una premisa para todas las alternativas, éstas deben comenzar lo más tempranamente posible, de manera que cuando se terminen estas obras, se pueda establecer la idea de que la “Normalidad” ha sido restaurada. Sin embargo, esto no evita la posibilidad de determinar que ciertas áreas de la nueva ciudad puedan ser habitadas anticipadamente.
- Macro Urbanización: Implica ejecutar las obras para tener habilitados los servicios básicos de la urbanización (captación y tratamiento de agua potable y el pretratamiento de las aguas servidas).
- Primera Etapa: Implica ejecutar las obras de Urbanización, Equipamiento y primeras Viviendas, en un sector acotado del área de emplazamiento, de manera que pueda reactivarse de la actividad en la zona.

Segunda Etapa

Paralelamente, aunque un poco más retrasado (al menos 1 semestre), deben comenzar las actividades de urbanización en el área restante, hasta completar una superficie igual a la de Chaitén original:

- Urbanización: implica habilitar macrolotes urbanizados, de manera que se puedan otorgar las factibilidades y permisos de edificación para nuevos proyectos habitacionales.
- Edificación: es la construcción de los Equipamientos y Viviendas adicionales, conforme se vayan concretando las demandas por habitar la ciudad.

A Resultado de la Programación

Las principales conclusiones que se deducen de la programación realizada se expresan en términos de las fechas en las que podrían producir los traslados de personas a la nueva ciudad, y la fecha en que se puede tener la idea de que la “normalidad” ha sido restaurada:

Primera Etapa: Fecha en la que se produciría la llegada de los primeros habitantes:

Chaitén Norte	27 de octubre de 2010
Fandango	26 de diciembre de 2010
Santa Bárbara Sur	26 de diciembre de 2010
Santa Bárbara	26 de diciembre de 2010
Bahía Pumalín	01 de noviembre de 2011

Fuente: Elaboración propia OCUC

Segunda Etapa: Fecha de primera y segunda llegada de nuevos habitantes:

Chaitén Norte	30 de septiembre de 2011	17 de abril de 2012
Fandango	04 de julio de 2011	20 de enero de 2012
Santa Bárbara Sur	04 de julio de 2011	20 de enero de 2012
Santa Bárbara	03 de mayo de 2011	19 de noviembre de 2011
Bahía Pumalín	02 de abril de 2012	19 de octubre de 2013

Fuente: Elaboración propia OCUC

Segunda Etapa: Fecha de la Normalidad Restaurada:

Chaitén Norte	18 de junio de 2012
Fandango	19 de junio de 2012
Santa Bárbara Sur	19 de junio de 2012
Santa Bárbara	09 de junio de 2012
Bahía Pumalín	20 de marzo de 2014

Fuente: Elaboración propia OCUC

Según lo anterior, se puede decir que las alternativas de Fandango, Sta. Bárbara Sur y Sta. Bárbara son bastante similares en sus plazos, pero en la última, se pueden acortar levemente, pues tiene volúmenes de obra menores que las dos primeras. Incluso, a pesar de que esa alternativa implica la construcción de importantes obras de mitigación (muros y terraplenes de contención), ellas no interrumpen el avance de la ejecución de la urbanización de la ciudad.

La opción de Chaitén Norte presenta posibilidades de ser habitable en el plazo más corto, dado que se reutiliza la infraestructura existente; sin embargo, la ejecución de importantes medidas de mitigación prolonga la restauración de la normalidad a fechas similares a otras alternativas.

En todos los casos, la opción de Bahía Pumalín tiene los plazos más largos, siendo imposible comenzar los trabajos antes de 1 año, fecha en la que estaría adelantado un camino razonablemente transitable.

3.7 ESTUDIO COMPARATIVO INTEGRAL

Para evaluar las diferentes alternativas, es necesaria una metodología que permita considerar aspectos cuantitativos y cualitativos. Los criterios utilizados para comparar se exponen en la siguiente tabla (el orden no implica jerarquía):

Tabla 35. Criterios comparativos

Criterio	Aspectos a considerar
<p>CONECTIVIDAD</p> <p><i>La localización tiene buen acceso a redes de transporte local y regional.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a redes de transporte vial existente; trabajos necesarios para hacer conexión a la red vial. • Certeza sobre estar sobre trazado de extensión al Norte de la Ruta 7. • Localización respecto a potencial puerto marítimo (obligatoriedad de pasar por Chaitén camino a la Patagonia). • Ubicación apropiada para un aeropuerto (distancia no mayor a 20 km)
<p>SUELO Y TOPOGRAFIA</p> <p><i>La localización posee condiciones topográficas y de suelo favorables para la urbanización.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de suelo estables/favorables para la urbanización y edificación. • Fuera de zonas de riesgo de remoción en masa (zonas en pendiente). • Proximidad / efectos sobre aguas subterráneas (napa subterránea). • Condiciones de drenaje del suelo
<p>POTENCIAL URBANO</p> <p><i>La localización imprime un carácter específico a la ciudad y le da una imagen e identidad que la hacen memorable</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso al mar – potencial existencia de costanera • Vistas desde la localización. • Vistas hacia la localización • Presencia de elementos naturales – geográficos de interés (quebradas, miradores, etc.)
<p>PAISAJE</p> <p><i>La localización no genera impactos sobre el paisaje, y/o provee oportunidades para la integrar y resaltar el paisaje natural en el entorno urbano.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto sobre paisajes de alto valor. • Oportunidades para una integración positiva del paisaje natural y el entorno urbano • Potencial para generar un entorno atractivo para vivir y visitar.

<p>BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS</p> <p><i>La localización no genera impactos sobre ecosistemas terrestres o acuáticos y/o áreas de alto valor ambiental o de biodiversidad.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Continuidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes. • Diversidad estructural • Formación vegetacionales dominantes.
<p>MICROCLIMA</p> <p><i>La localización posee un microclima favorable para los asentamientos humanos.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de viento. • Condiciones de asoleamiento.
<p>IDENTIDAD SOCIO-CULTURAL</p> <p><i>La localización no afecta la identidad socio-cultural de los futuros habitantes o pueblos vecinos, y contribuye al fortalecimiento de la identidad.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cercanía al emplazamiento actual • Vínculo con la vocación marítima y agrícola previa.
<p>ENERGÍA</p> <p><i>La localización tiene buen acceso a fuentes de energía, con énfasis en posibles fuentes de energía alternativa/renovable.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • El potencial de reutilizar infraestructura de electricidad existente (el centro de generación, tanques de diesel, transformadores, redes de distribución etc.). Una ubicación al lado de la ciudad existente puede aprovechar mucho de la infraestructura existente. • La existencia de carreteras que se puedan usar como trazado para las líneas de media tensión.
<p>AGUA POTABLE</p> <p><i>La localización presenta condiciones favorables para el acceso a agua potable.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia a una suministro superficial adecuado y la posibilidad proteger la cuenca de contaminación • Condiciones de suelo apropiadas para instalar pozos de emergencia a lado de la planta de tratamiento de agua • Pendiente suficiente para operar una red de suministro de agua con gravedad, evitando el uso de bombas • Tamaño de la red principal y necesidad cruzar obstáculos naturales (ríos, etc.)
<p>AGUAS SERVIDAS – AGUAS LLUVIAS</p> <p><i>La localización presenta condiciones favorables para la evacuación de aguas servidas y aguas lluvias.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Una topografía con pendiente natural para construir un sistema que funcione bajo gravedad, evitando el uso de bombas y reduciendo la profundidad de construcción de los tubos (reduciendo los costos de construcción) • Un área sin obstáculos naturales (ríos, valles etc.) que signifiquen estaciones de bombeo o mas plantas de tratamiento. • Potencial para ubicar el emisario fuera de la costa, de zonas protegidas y de instalaciones pesqueras industriales • Condiciones geotécnicas aptas para la infiltración de aguas lluvias (suelos arenosos, nivel freático bajo) • Área fuera de riesgo de inundaciones por río o mar
<p>PROPIEDAD DEL SUELO</p> <p><i>El terreno pertenece al fisco o</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de paños de terreno fiscales • Paños de tamaño apropiado en manos de un número limitado de dueños.

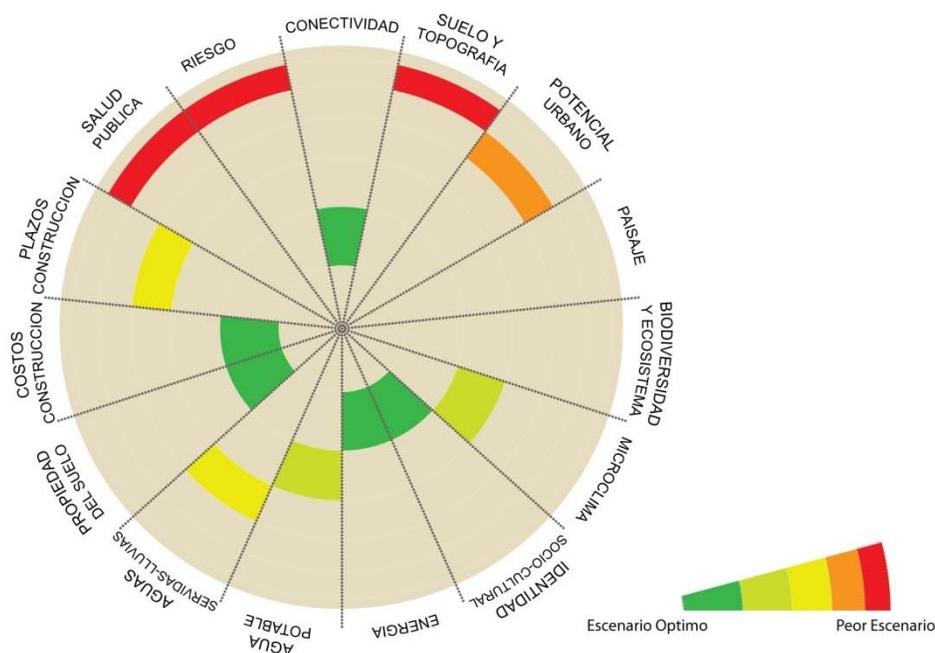
<i>hay posibilidades reales para la adquisición de la tierra.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Posibles conflictos con propietarios actuales.
<p>COSTOS DE CONSTRUCCIÓN</p> <p><i>La localización presenta menores costos en comparación con otras alternativas</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de infraestructuras urbanas • Costos de medidas de mitigación de riesgos • Costos de conectividad (camino, servicios)
<p>PLAZOS DE CONSTRUCCIÓN</p> <p><i>La localización contempla menores plazos de ejecución de la obras necesarias para la habitabilidad de la ciudad</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plazos de una primera etapa • Plazos de un emplazamiento definitivo
<p>SALUD PÚBLICA</p> <p><i>La localización no presenta riesgos de salud pública.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire, agua y otros recursos. • Riesgos de salud asociados a la actividad volcánica (cenizas, otros).
<p>RIESGO</p> <p><i>La localización no presenta riesgos que afecten la viabilidad futura.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo volcánico. • Riesgo de inundación. • Riesgo de remoción en masa. • Posibilidades futuras de crecimiento y expansión urbana.

Fuente: Elaboración propia

El carácter preliminar de la información obtenida y elaborada, hace imposible comparar los distintos aspectos de manera absoluta, es por esto que la escala de valorización contempla una escala de 5 intensidades, que va desde muy favorable a muy desfavorable, sin magnificar lo criterios.

Para la mejor comprensión y visualización de las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas, esta escala fue traducida en colores, y para cada opción se graficó, como se ve a continuación. Es importante resaltar que estos criterios no están ponderados por ningún tipo de jerarquía de importancia, por cuanto es la autoridad, en conjunto con la población quien debe darle la importancia relativa a los componentes de este análisis.

3.7.1 Análisis Integral Chaitén Norte



Aspectos positivos – ventajas - oportunidades:

- Buena conectividad a la red de transportes existente
- Los habitantes de Chaitén están arraigados y se identifican con esta localización
- Es posible reutilizar gran parte de la infraestructura de Energía
- El suelo está en propiedad del fisco
- Se podrían recuperar 30 has de la ciudad existente
- Chaitén tiene buenas condiciones de asoleamiento

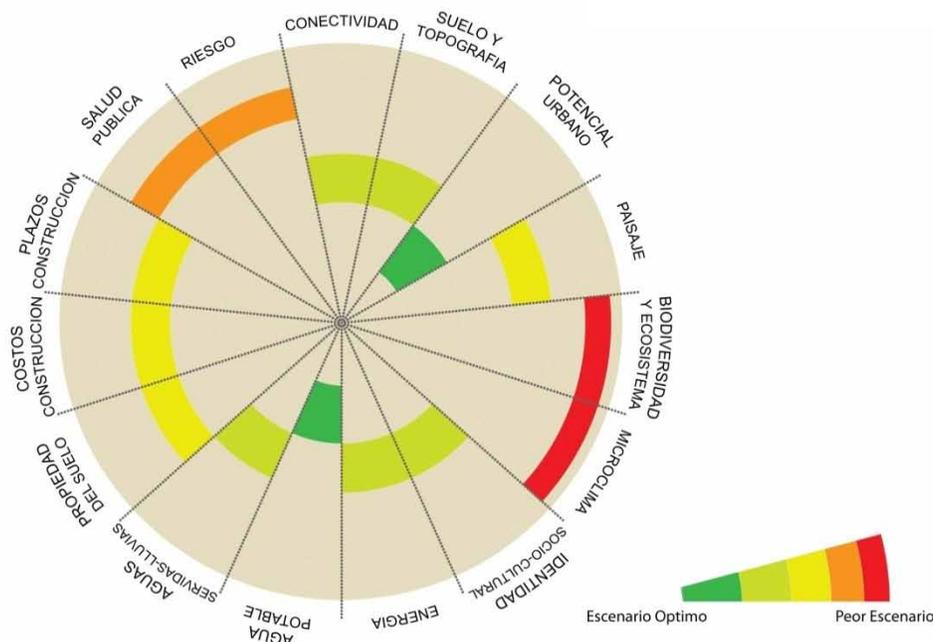
Aspectos negativos – desventajas – restricciones:

- La información preliminar disponible muestra que el 100% del área de proyecto presenta riesgos asociados a la actividad volcánica, la presencia de cenizas y a procesos geológicos.
- Probabilidad de riesgos a la salud por exposición a cenizas.
- Todos los riesgos presentan una magnitud alta y una gravedad entre crítica y catastrófica.
- Los costos asociados a las medidas de mitigación de riesgos pueden llegar a ser extremadamente altos.
- La formación de un delta de cenizas que desvincula a la ciudad del borde marino y el impacto de las mismas sobre la calidad de suelo y vegetación disminuyen el potencial urbano de la actual Chaitén

Variables críticas:

- Riesgos e incertidumbre asociada a la precisión de riesgos
- Plazos: a pesar de aparecer neutro se promedian rapidez de construcción con incertidumbres en el plazo de inicio por necesidad de definir riesgo en detalle, lo que podría implicar un obstáculo mayor.
- Costos – incertidumbre respecto a costos de medidas de mitigación.

3.7.2 Análisis Integral Fandango



Aspectos positivos – ventajas - oportunidades:

- Ubicación con gran potencial urbano – acceso a la costa y vistas
- Localización relativamente cerca de el actual Chaitén (a 2,5 km) implica bajos costos de extensión de vías de acceso y servicios
- Condiciones aptas de topografía – pendientes suaves
- Posible acceso a una buenas fuentes de agua potable

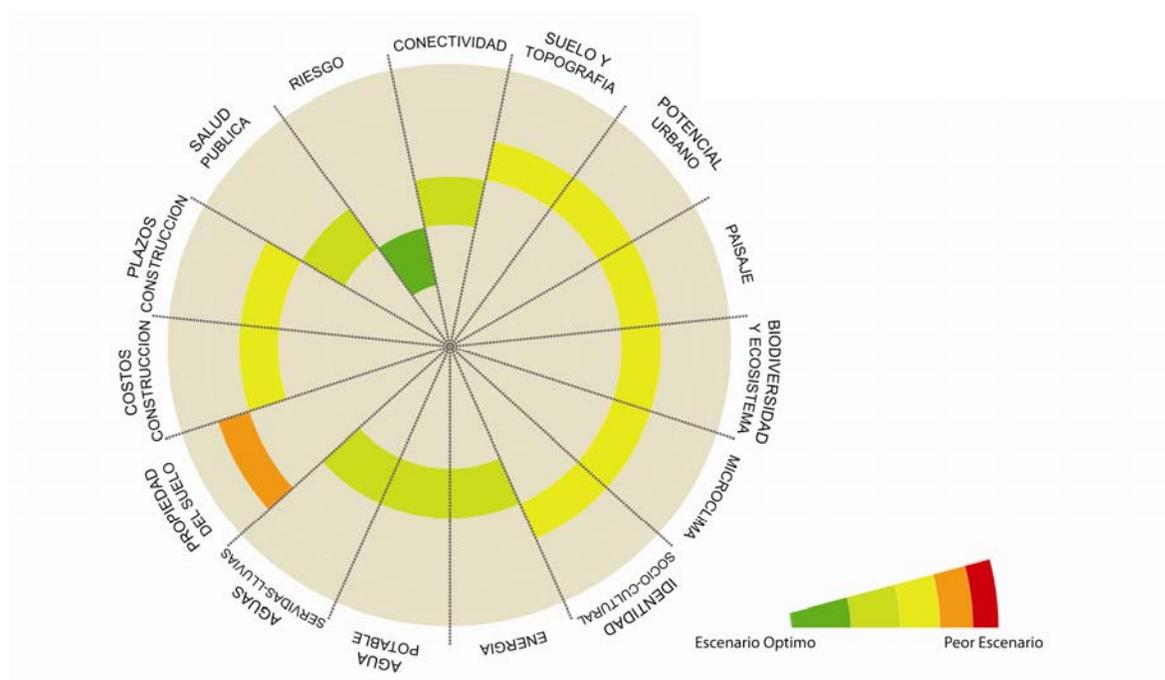
Aspectos negativos – desventajas – restricciones:

- 85% del área de proyecto presenta riesgos asociados procesos geológicos de remoción en masa y desprendimiento de material.
- En términos de biodiversidad la urbanización generaría gran impacto en la conectividad del sistema boscoso.
- Bajo asoleamiento

Variables críticas:

- Extensión de la zona de riesgo de remoción en masa

3.7.3 Análisis Integral Santa Bárbara Sur



Aspectos positivos – ventajas - oportunidades:

- Área en un 98% libre de riesgos. Solo un 2% presenta riesgos de remoción en masa. ahorro en costos e incertidumbre relacionada a posibles medidas de mitigación
- Distancia relativamente corta desde actual Chaitén (a 8km) permitiría generar una localidad con un carácter parecido a la ciudad antigua y no encarece significativamente los costos de extensión de vías y servicios
- Condiciones aptas para dotar de servicios
- Distancia adecuada respecto a posibles futuras localizaciones del aeródromo y puerto.

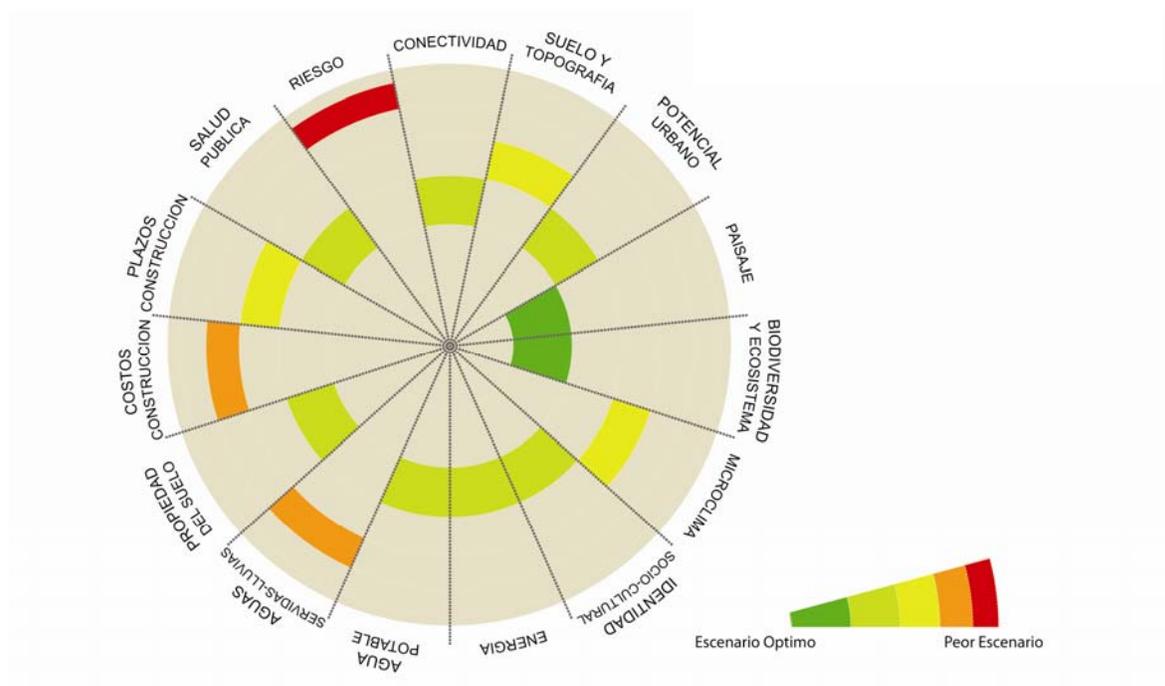
Aspectos negativos – desventajas – restricciones:

- 80% del suelo en manos de privados, lo que si bien no es relevante en términos de costos, genera una tramitación adicional.
- Separado de la costa – no existen vistas ni acceso físico a una costanera
- Bajo asoleamiento
- Presencia de ecosistemas de valor en el área que podrían verse afectados por el proyecto

Variables Críticas

- Propiedad del suelo podría implicar mayores plazos.

3.7.4 Análisis Integral Santa Bárbara



Aspectos positivos – ventajas - oportunidades:

- Por encontrarse en el valle, el área tiene potencial para pozos de agua potable
- Cercanía a potencial futuro aeropuerto y posible nuevo puerto
- Paisaje - Mas parecida al entorno geográfico del antiguo Chaitén – identidad
- Buenas condiciones de asoleamiento

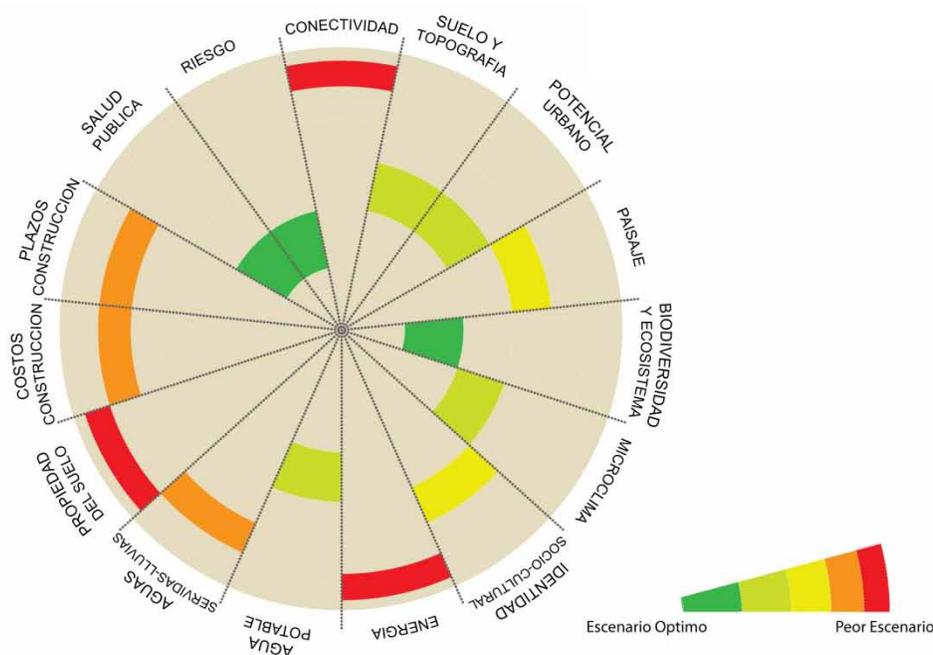
Aspectos negativos – desventajas – restricciones:

- La totalidad del área de proyecto presenta riesgos asociados a la actividad volcánica (flujos piroclásticos) y riesgos de inundación.
- Orientación norte implica vientos

Variables Críticas:

- Riesgo volcánico y de inundación
- Costos asociados a posibles medidas de mitigación

3.7.5 Análisis Integral Bahía Pumalín



Aspectos positivos – ventajas - oportunidades:

- Área en un 96% libre de riesgos.
- Entorno natural atractivo y singular , de alto valor paisajístico

Aspectos negativos – desventajas – restricciones:

- Mayores costos de red vial y extensión de servicios, especialmente costos asociados a la ampliación de la red interconectada local de distribución eléctrica (debido a la inexistencia de caminos que sirvan de trazado y vía para construir la red, y a que las distancias implican pérdidas energéticas, por lo que es posible que para conectar la red a esta localidad se necesite aumentar el voltaje de la red completa, requiriendo de una inversión bastante alta)
- Costos y plazos de construcción en general se encarecen por la distancia e inexistencia de infraestructura de transportes
- Propiedad del suelo en parte en manos de privados

Variables Críticas:

- Localización desconectada de la red vial existente en la provincia
- Costos y plazos de construcción en general se encarecen por la distancia e inexistencia de infraestructura de transportes)

4 ASPECTOS LEGALES

4.1 ANTECEDENTES

Para la elaboración de este Informe se ha tenido a la vista, entre otros, los siguientes documentos:

- Decreto Supremo N° 588 del Ministerio del Interior de 2 de mayo de 2008.
- Oficio N° 0776 de la Subsecretaría de Vivienda y Urbanismo de fecha 2 de septiembre de 2008, que establece “Operatoria de entrega y aplicación de subsidios para familias desplazadas de Chaitén, en otras regiones”.
- Resolución Exenta N° 8048 de la Ministra de Vivienda y Urbanismo de fecha 3 de diciembre de 2008 que Otorga Subsidios Habitacionales del Programa Fondo Solidario de Vivienda a familias en situación de emergencia por erupción del Volcán Chaitén.

4.2 MEDIDAS ADMINISTRATIVAS ADOPTADAS A LA FECHA Y CONFLICTOS

4.2.1 Zona Afectada por la Catástrofe

Con fecha 2 de mayo de 2008 se dictó el Decreto Supremo N° 588 del Ministerio del Interior en virtud del cual se declaró a toda la Provincia de Palena, Región de Los Lagos como afectada por la Catástrofe derivada de la erupción del Volcán Chaitén, el que fue publicado en el Diario Oficial el 14 de mayo de 2008.

A través de este Decreto, se ratificaron todas las medidas adoptadas con anterioridad a esa fecha por los órganos del Estado y se nombró como autoridad responsable de la coordinación y ejecución de los programas de auxilio de las personas damnificadas al Intendente de la Región de Los Lagos, con amplias facultades para adoptar y aplicar todas las medidas que sean necesarias para paliar las consecuencias de esta catástrofe.

4.2.2 Subsidios Habitacionales

Con fecha 2 de septiembre de 2008, la Subsecretaría del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (en adelante el “MINVU”) dictó el Oficio N° 0776 con el objeto de establecer una Operatoria de entrega y aplicación de subsidios para familias desplazadas de Chaitén. Este documento informa a los Directores de los Servicios de Vivienda y Urbanización (“SERVIU”) de todas las Regiones del país acerca de la evacuación de alrededor de 1.800 familias de Chaitén e instruye acerca de la operatoria para el otorgamiento a dichas familias de un Subsidio Habitacional del programa Fondo Solidario establecido en el Decreto Supremo N°174 de 2005 del MINVU, para que pueda ser utilizado en la adquisición de viviendas en cualquier comuna del país, previa entrega de un Certificado emitido por el SERVIU de la Región de Los Lagos que acredite la condición de “desplazado de la Comuna de Chaitén”.

El numeral 3 del Decreto Supremo N° 174 mencionado señala que se podrá reservar hasta 30% de la cantidad de recursos dispuesta a nivel nacional, para la atención de personas que vivan en situaciones especiales de urgente necesidad habitacional, como es el caso de Chaitén.

De acuerdo al numeral 3 del Oficio N° 0776 citado los subsidios que se otorguen con cargo a estos recursos podrán tener, entre otras, las siguientes condiciones especiales:

- 670 Unidades de Fomento como monto máximo sin derecho a obtener un Subsidio Diferenciado a la Localización.
- Autorización para que las viviendas puedan tener un valor superior a lo indicado en el Decreto Supremo N° 174 citado.

La Resolución Exenta N° 8048 de la Ministra de Vivienda y Urbanismo de fecha 3 de diciembre de 2008, otorga Subsidios Habitacionales del Programa Fondo Solidario de Vivienda a 15 familias en situación de emergencia por erupción del Volcán Chaitén. La Resolución Exenta N° 8084 citada exime a los beneficiarios del cumplimiento de los requisitos establecidos en los Títulos III, IV y V del Decreto Supremo N° 174, los que se refieren principalmente a los requisitos que deben cumplir los postulantes al subsidio, a los montos de ahorros exigidos y a otros impedimentos para postular.

De acuerdo a lo informado por funcionarios del MINVU se han dictado múltiples Resoluciones similares a la Resolución Exenta N° 8048 beneficiando a números determinados de familias.

4.2.3 Recursos Judiciales

Con ocasión de las labores de desalojo de Chaitén y de la negativa de algunos pobladores de abandonar la ciudad, el señor Intendente de la Región de Los Lagos presentó un recurso de protección ante la I. Corte de Apelaciones de Puerto Montt, autos Rol 172-2008, con el objeto de resguardar el derecho a la vida, integridad física y síquica de dichas personas.

La Corte de Apelaciones de Puerto Montt, en fallo de 18 de noviembre de 2008, desestimó el recurso de protección presentado por el señor Intendente por concluir que la decisión de los recurridos de permanecer en la zona cuestionada no importaba afectación de su derecho a la vida, ya que el hecho de encontrarse en ese lugar no significa que voluntariamente estuvieran buscando que se produjera su muerte o daño a su integridad. En otras palabras, permanecer en una zona determinada no fue considerado como un acto arbitrario o ilegal.

4.3 PRINCIPAL NORMATIVA APLICABLE

4.3.1 Constitución Política de la República

La Constitución Política de la República de Chile (en adelante la “Constitución”) contiene en su artículo 19 las garantías fundamentales. La Constitución no establece un orden de prioridad en estas garantías, consagrando sólo un mecanismo de protección de las garantías ante actos arbitrarios o ilegales que las vulneren. En este caso particular, es posible que algunas garantías constitucionales puedan entrar en conflicto, al intentar por una parte las autoridades proteger la vida e integridad física de los habitantes de Chaitén producto del riesgo que puede conllevar residir en dicha localidad debido a la actividad volcánica y, por otro parte, el derecho de propiedad que existe para cada uno de los propietarios de inmuebles en la referida localidad y su derecho a su libertad personal. Dichas garantías son las siguientes:

A **Art. 19 N° 1: Derecho a la vida.**

El Artículo 19 N° 1 asegura a todas las personas el derecho a la vida, que implica también el derecho a la integridad física de la persona. Este derecho supone, además, el deber esencial de cada persona de cuidar de su propia salud, no atentando contra su vida ni contra su integridad física.

B **Art. 19 N° 7: Derecho a la libertad personal (residencia)**

El artículo 19 N° 7 asegura a todas las personas el derecho a residir y permanecer en cualquier lugar de la República, trasladarse de un lugar a otro y entrar y salir de su territorio. Se entiende que la expresión “residencia” se utiliza como sinónimo de morada o habitación, por lo que ninguna persona requiere permiso de autoridad alguna para fijar donde desee su habitación. Nadie puede ser privado de su libertad personal ni puede ser restringida sino en los casos y en la forma que señalen la Constitución y las leyes.

C **Art. 19 N° 24: Derecho de propiedad**

El artículo 19 N° 24 de la Constitución asegura a todas las personas el derecho de propiedad. Sólo la ley puede establecer las limitaciones y obligaciones que deriven de su función social.

El inciso 3° del N° 24 del artículo 19 de la Constitución establece las facultades expropiatorias de los órganos públicos, señalando: “nadie puede, en caso alguno, ser privado de su propiedad, del bien sobre que recae o de alguno de sus atributos o facultades esenciales, sino en virtud de ley general o especial que autorice la expropiación por causa de utilidad pública o de interés nacional, calificada por el legislador. El expropiado podrá reclamar de la legalidad del acto expropiatorio ante los tribunales ordinarios y tendrá siempre derecho a indemnización por el daño patrimonial efectivamente causado, la que se fijará de común acuerdo o en sentencia dictada conforme a derecho por dichos tribunales”.

4.3.2 Estados de Excepción: Art.39 y siguientes de la Constitución y Ley Orgánica Constitucional N° 18.415

El artículo 39 de la Constitución señala que el ejercicio de las garantías que esta misma asegura, puede ser afectado sólo por situaciones excepcionales. Una de las situaciones excepcionales que menciona el artículo 41 N°5 de la Constitución es el Estado de Catástrofe, en virtud del cual se podrá restringir la circulación de las personas y establecer limitaciones al ejercicio del derecho de propiedad, adoptando todas las medidas extraordinarias de carácter administrativo que se estimen necesarias.

A su vez, la Ley Orgánica Constitucional N° 18.415 que regula los Estados de Excepción, establece que se puede suspender o limitar una garantía constitucional temporalmente mientras se encuentre vigente el estado de excepción constitucional.

El Estado de Catástrofe debe decretarse mediante Decreto Supremo y no podrá establecerse una duración superior a los 90 días, pudiendo en todo caso prorrogarse este plazo mientras subsistan los motivos que originaron el decreto. Una vez restablecido el orden, las garantías constitucionales no pueden ser suspendidas o limitadas, sino en los casos que la misma Constitución señala.

4.3.3 Disposiciones para Casos de Sismos y Catástrofes - Ley N°16.282.

La Ley N° 16.282 que fija Disposiciones Sobre Sismos y Catástrofes fija las disposiciones para casos de sismos o catástrofes y establece disposiciones que intentan proteger y ayudar a las personas afectadas. El artículo 1° señala que en caso de catástrofe que traiga como consecuencia daños y perjuicios en las personas o en sus bienes, el Presidente de la República dictará un Decreto Supremo que deberá señalar las comunas que hayan sido afectadas.

A las personas que hayan sufrido perjuicio, ya sea personal o en sus bienes, se les denomina damnificados en el contexto de esta Ley.

El artículo 3, señala que el Presidente de la República podrá dictar normas de excepción del Estatuto Administrativo, Leyes Orgánicas de los servicios públicos, de instituciones autónomas o semifiscales, con el objeto de resolver los problemas que surjan en virtud de la catástrofe. Para esto podrá, entre otras:

- Hacer una designación de autoridades y determinación de sus atribuciones o facultades;
- Autorizar la retazón de la propiedad raíz determinando el procedimiento.

El Presidente podrá dictar estas normas dentro de un plazo de 6 meses contado desde la fecha de la catástrofe.

El artículo C señala que dentro de un plazo de 180 días desde la publicación del Decreto que señala las zonas afectadas por la catástrofe, los organismos competentes deberán presentar al Presidente de la República los planes regionales de reconstrucción y desarrollo de las zonas afectadas.

De acuerdo al Artículo F, el MINVU deberá pronunciarse dentro del plazo de 90 días acerca de las modificaciones a los Planos Reguladores que acuerde la Municipalidad respectiva. El MINVU deberá dictar de inmediato el Decreto Supremo correspondiente si fueren aprobadas las modificaciones propuestas por el Municipio. Los Planes Reguladores deberán contar con la aprobación previa del especialista antisísmico que asesore a la Municipalidad o que sea designado para este efecto por el Colegio de Ingenieros de Chile.

El mismo artículo señalado precedentemente, otorga la facultad a las Municipalidades de las zonas afectadas para permutar los terrenos e inmuebles que sean necesarios para ejecutar el plan de remodelación.

4.3.4 Expropiaciones - Decreto Ley N° 2.186

Los requisitos para ejecutar una expropiación de inmuebles de acuerdo a nuestra legislación son: a) causa para expropiar: utilidad pública o interés nacional; b) ley expropiatoria y c) determinación y pago de indemnización al expropiado.

Así, por ejemplo, las facultades expropiatorias de los SERVIU están establecidas en el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 355 del MINVU de 1976 que señala: "Para el cumplimiento de sus funciones, el SERVIU podrá expropiar, comprar, permutar, vender, dar en comodato o arrendamiento toda clase de inmuebles, fijando precios o rentas, licitar, dar y recibir en pago, aceptar cesiones, erogaciones, donaciones, herencias y legados y, en general, adquirir a cualquier título o enajenar a título oneroso bienes muebles o inmuebles."

Es posible estimar que, evitar un asentamiento en una zona devastada por actos de la naturaleza y que siempre estará bajo el riesgo de fenómenos volcánicos, califica como un fin de utilidad pública o interés nacional.

Ejercida la potestad expropiatoria por un servicio con facultades expropiatorias debe compensarse económicamente al sujeto expropiado como contraprestación por la privación del dominio de que ha sido objeto e indemnizársele el daño patrimonial efectivamente causado (Artículo 19 N° 24 inciso 4° de la Constitución).

Velando por el derecho del expropiado a quedar indemne, la Constitución ha establecido que salvo acuerdo de las partes en contrario, la indemnización deberá ser pagada al contado y en dinero efectivo.

El monto de la indemnización será fijado provisionalmente por una Comisión de Peritos (3) nombrada por el servicio expropiante de entre profesionales independientes que cuenten con las calidades necesarias para el trabajo encomendado. La fijación de la indemnización definitiva corresponderá primariamente a las partes de común acuerdo quienes podrán convenir su monto, su forma y plazo de pago, incluso la dación en pago de bienes determinados y el acuerdo prevalecerá sobre cualquier otro procedimiento.

Para el caso que el expropiante o el expropiado no lleguen a un acuerdo sobre el monto indemnización, se podrá iniciar un procedimiento expropiatorio ante los Tribunales de Justicia, estando el expropiado facultado para reclamar del monto de la indemnización como de la procedencia de la expropiación.

El siguiente cuadro contiene un detalle del procedimiento expropiatorio establecido en el Decreto Ley N° 2.186.

Tabla 36. Proceso Expropiatorio

Etapa	Comentario
I. Existencia de ley expropiatoria	- Ley general que faculta a una autoridad para expropiar en ciertos casos o una ley específica habilitante para expropiar en un caso determinado.
II. Estudio de Expropiación	- Su realización debe notificarse al propietario. - La notificación del estudio hace intransferible el inmueble mientras dure el mismo. - Informe de 3 Peritos Tasadores. - El plazo para el estudio es de 90 días.
III. Acto expropiatorio	- Decreto Supremo o Resolución de la autoridad facultada. - Debe indicarse el inmueble y monto provisional de la indemnización determinada por la Comisión de Peritos. - El acto expropiatorio de debe Publicar en el Diario Oficial y local, notificarse.
IV. Recursos contra acto expropiatorio.	- Titular del Reclamo: expropiado.

	<ul style="list-style-type: none"> - Plazo: 30 días desde publicación en Diario Oficial. - Tribunal competente: Juez de Letras. - Procedimiento: Juicio sumario (reclamación no suspende procedimiento de expropiación).
V. Toma Posesión Material	- Una vez que el servicio expropiante consigne en el Tribunal el monto de la indemnización provisional fijada por la Comisión de Peritos, el Tribunal puede autorizar la toma de posesión material del inmueble, sin perjuicio del derecho a reclamar contra el monto de dicha indemnización.
VI. Indemnización Definitiva.	<ul style="list-style-type: none"> - Común acuerdo de las partes. - A falta de acuerdo y deducido reclamo por una de las partes, el monto definitivo lo fijaré el Juez de Letras competente.

Fuente: Elaboración propia Guerrero, Olivos, Novoa y Errázuriz

4.3.5 Ley General de Urbanismo y Construcción y Ordenanza

La Ley General de Urbanismo y Construcción ("LGUC"), es la encargada de fijar las normas principales de Planificación Territorial y establecer y detallar los distintos instrumentos de Planificación Territorial y Urbana. Ellos son:

- Plan Regional de Desarrollo Urbano
- Plan Regulador Intercomunal (Artículos 34 y siguientes LGUC)
- Plan Regulador Comunal (Artículos 41 y siguientes LGUC)
- Límite Urbano (Artículos 52 y siguientes LGUC)

Cabe señalar que el Artículo 47 de la LGUC señala que "deben" contar con Plan Regulador Comunal, entre otros, "... aquellos centros poblados de una comuna que sean afectados por una destrucción total o parcial".

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción ("OGUC") regula y detalla la normativa referida a estos Instrumentos de Planificación Territorial y Urbana y los distintos tipos de zonificación que ellos permiten.

En las secciones siguientes se describen algunos mecanismos establecidos en la LGUC y la OGUC que pueden ser aplicables en relación a la situación que afecta a la ciudad de Chaitén.

4.4 PROPIEDAD DE LOS TERRENOS AFECTADOS

Producto de la erupción del Volcán Chaitén se modificó el curso del Río Blanco, creándose un nuevo cauce que arrastró infraestructura y viviendas de Chaitén y se embancó el anterior cauce por el cual el Río Blanco desembocaba en el mar. A su vez, parte importante de Chaitén quedó

cubierta por una importante capa de material, cenizas y escombros. En esta sección analizaremos los efectos de dichos fenómenos en la propiedad de los terrenos afectados, los que son regulados por los Artículos 643 y siguientes del Código Civil que regula el modo de adquirir el dominio denominado “Accesión”, por el cual el dueño de un bien pasa a serlo de lo que él produce y de lo que a él “se junta”.

4.4.1 Terrenos Cubiertos por Material, Cenizas y Escombros

Los terrenos que se encuentran en esta situación, jurídicamente continúan siendo de propiedad de las personas naturales o jurídicas que los hayan tenido inscritos a su nombre en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces, correspondiente con anterioridad a la erupción del Volcán Chaitén. En el caso de ellos no se ha producido cambio de propiedad alguno por estos hechos.

4.4.2 Terrenos del Antiguo Cauce del Río Blanco

De acuerdo al Artículo 654 del Código Civil, en caso que un río varíe su curso, aquella parte del río que quedare permanentemente seca accederá a las propiedades contiguas, teniendo derecho los propietarios riberanos de ambos lados, los que se dividirán el nuevo terreno en partes iguales. Igual situación es aplicable a aquellas islas provenientes de terrenos inundados que se formen por la división de un río en 2 o más brazos.

4.4.3 Terrenos Inundados por la Apertura del Nuevo Cauce del Río Blanco

De acuerdo al Artículo 653 del Código Civil, en el caso de un terreno que no estaba bajo el agua sea inundado, si dentro de 5 años desde la inundación el terreno vuelve a estar a estar “descubierto” volverá a ser de propiedad de sus antiguos dueños.

4.4.4 Terrenos Arrastrados por la Crecida de un Río

De acuerdo al Artículo 652 del Código Civil aquella parte del suelo que por avenida o por otras fuerza natural violenta es transportada de un sitio a otro, será de dominio de su dueño original para el solo efecto de llevársela, pero si no la reclama dentro del subsiguiente año, pasará a ser propiedad del dueño del sitio al que fue transportada.

4.5 DETERMINACIÓN DE DESLINDE DE UN CAUSE DE RÍO.

De conformidad con el Decreto Supremo Nº 609 de 1978 del Ministerio de Tierras y Colonización, el Ministerio de Bienes Nacionales tiene la facultad de determinar el cauce de los ríos, el que jurídicamente corresponde a bien nacional de uso público y no es objeto de propiedad privada. La información técnica que se utiliza para determinar el cauce la aprueba la Dirección de Obras Fluviales del Ministerio de Obras Públicas.

El artículo 4 del mencionado decreto, establece los siguientes criterios generales que debe tener a la vista el Ministerio de Bienes Nacionales para delimitar el cauce (bien nacional de uso público) y los terrenos de propiedad privada

- Se considerará cauce del río la porción de tierra por la que permanentemente corren las aguas;
- Se considerará cauce del río la superficie que el agua ocupa o desocupa alternativamente en sus creces periódicas ordinarias, y
- Se considerarán crecidas extraordinarias, aquellas de rara ocurrencia y que se deban a causas no comunes, producidas sin regularidad, durante períodos, en general, mayores de cinco años. Los terrenos ocupados y desocupados alternativamente en estas crecidas extraordinarias no se considerarán cauce de ríos y pertenecen a los propietarios riberaños.

De esta forma, normalmente las áreas que afectan las crecidas ordinarias (en períodos de hasta 5 años) debieran ser consideradas parte del cauce y por ende bien nacional de uso público. Cabe señalar que el decreto mencionado indica que “en general” las crecidas extraordinarias son las de períodos mayores a 5 años, razón por la cual en casos en que existan antecedentes técnicos fundados sería posible que la determinación del cauce de un río se efectúe con un período de retorno distinto a 5 años o a partir de otros antecedentes técnicos.

4.6 ADQUISICIÓN TERRENOS AFECTADOS Y NUEVOS TERRENOS

Los servicios públicos que cuentan con facultades para la adquisición de inmuebles (SERVIU, Gobierno Regional, Municipalidad, etc.) pueden acordar voluntariamente con sus propietarios la adquisición de terrenos en la zona de Chaitén, tanto de los terrenos afectados como de los terrenos necesarios para la relocalización de viviendas e infraestructura. En el caso que estas adquisiciones se acuerden voluntariamente las partes libremente podrán acordar las condiciones de las mismas (compraventas, permutas, forma y condiciones de pago del precio, etc.).

En el evento en que no exista acuerdo voluntario para la adquisición de los terrenos, sería posible utilizar las facultades expropiatorias del SERVIU de Región de Los Lagos, contempladas en el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 355 del MINVU de 1976 antes citado.

Como se indicó anteriormente, la Constitución ha establecido que salvo acuerdo de las partes en contrario, la indemnización deberá ser pagada al contado y en dinero efectivo, de acuerdo al valor que establezca la Comisión de Peritos nombrada por SERVIU o el valor que determinen en definitiva los Tribunales de Justicia en caso que se inicie un procedimiento judicial.

En el caso de los terrenos que se encuentran anegados y cubiertos de material, escombros y cenizas es posible utilizar esta facultad expropiatoria de SERVIU, debiendo expropiarse a los propietarios que tengan dominio inscrito en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces respectivo.

En el caso de los terrenos que fueron cubiertos por el nuevo cauce del Río Blanco que atraviesa Chaitén, se podría plantear la duda respecto de la procedencia de la expropiación debido a la situación de hecho producida al arrastrarse los terrenos y las viviendas hacia el mar. Nuestra opinión es que existiendo registro de las inscripciones respectivas en el Registro de Propiedad correspondiente igualmente sería posible expropiarlas, ya sea alegando que los terrenos privados subsisten bajo el curso de las aguas o bien efectuando la expropiación del derecho establecido en el Artículo 653 del Código Civil que les permitiría recuperar el dominio de los terrenos inundados en el caso que vuelvan a estar descubiertos dentro de un plazo de 5 años desde la inundación.

Se hace presente que el monto de la indemnización por expropiación deberá ser determinada de acuerdo a la tasación efectuada por la Comisión de Peritos. Eventualmente el valor de terrenos puede ser afectado por la dictación o modificaciones de normas en Instrumentos de Planificación

Territorial (por ej. Normas sobre áreas verdes, zonas de protección, zonas de riesgo, etc.). Existe un antecedente en el caso de terrenos expropiados por SERVIU Región Metropolitana con posterioridad a su afectación como Parque Comunal con posterioridad a la Modificación del Plan Regulador Comunal de Peñalolén aprobada por Decreto Alcaldicio N° 2100/5247 de 23 de Noviembre de 2005 publicada en el Diario Oficial de 26 de Noviembre de 2005.

4.7 RESTRICCIONES A TERRENOS AFECTADOS POR RIESGO

Sobre este punto se debe considerar que ninguna de las restricciones que se describen en esta sección afectan de manera alguna la propiedad sobre los terrenos cubiertos por ellas, los que siguen siendo de propiedad de las personas naturales o jurídicas que sean titulares de las inscripciones respectivas en el Registro de Propiedad correspondiente.

4.7.1 Instrumentos de Planificación Territorial

De conformidad con el Artículo 1.1.2 de la OGUC dentro de las “Normas Urbanísticas” se encuentran las “áreas de riesgo y protección”, las que pueden ser establecidas en los Instrumentos de Planificación Territorial.

A su vez, de acuerdo con el inciso cuarto del Artículo 2.1.7 de la OGUC tanto los Planes Reguladores Intercomunales, indistintamente con los Planos Reguladores Comunales, pueden establecer, fundadamente a través de estudios, “La determinación de áreas de riesgo por constituir un peligro para los asentamientos humanos conforme al artículo 2.1.17.” de la misma norma.

El Artículo 2.1.10. N° 3 letra c) de la OGUC señala expresamente que los Planes Reguladores Comunales pueden establecer “áreas de riesgo y protección”.

El Artículo 2.1.17 de la OGUC indica que en las áreas de riesgo definidas, previos estudios específicos, en los Instrumentos de Planificación Territorial por constituir peligro para los asentamientos humanos se determinarán “zonas no edificables o condiciones restringidas de edificación”. Ambos tipos de zonas se determinarán considerando las siguientes características:

- (i) Zonas inundables o potencialmente inundables
- (ii) Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas
- (iii) Zonas de actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas
- (iv) Zonas, franjas o radios de protección de infraestructura peligrosa

Por último, el inciso final del Artículo 2.1.17 de la OGUC señala que en los casos de restricción para edificar producto de razones de seguridad contra desastres naturales u otros motivos subsanables, mediante la incorporación de obras de ingeniería u otras suficientes se podrá autorizar determinados proyectos si de acuerdo a estudios fundados elaborados por profesionales especialistas cumple con las condiciones y requisitos establecidos para ello previa evaluación ambiental, si corresponde.

Es claro que, previa existencia de los estudios técnicos que lo justifiquen, las zonas afectas a riesgo por efectos de la actividad del Volcán Chaitén podrían ser zonificadas como áreas de riesgo a través del Plan Regulador Comunal, por las causales señaladas en los numerales (i), (ii) o (iii) anteriores, según corresponda.

Cabe señalar que en relación a la zona de influencia del Volcán Villarrica en la Región de la Araucanía, el Plan Regulador Intercomunal Villarrica – Pucón aprobado el año 2004 estableció en su Artículo 13:

“Zonas de Riesgo Volcánico: Corresponden, para efectos de este instrumento, a zonas afectas a lahares y/o lavas durante las erupciones del volcán Villarrica y se han identificado áreas de Alto Peligro, que son aquellas afectadas durante los Siglos XIX y XX y basadas en la definición de las áreas denominadas ALI1 y AI1, en el Documento de Trabajo N°17 “Mapa de Peligros del Volcán Villarrica” por H. Moreno, año 2000 (ZR-1, detallada en el CAPITULO V) y que afectan a los bordes de las ciudades de Pucón y Licán Ray, además de las márgenes del lago Villarrica entre Lorena y Pucón y del lago Calafquén entre Licán Ray y Coñaripe. Las zonas denominadas de Alta peligrosidad que corresponden a sectores de mayor elevación que han sido afectadas por lavas y/o lahares durante < 3.500 años AP y siglos XVI, XVII y XVIII, basadas en las áreas denominadas ALI2 y AI2 en el Documento de Trabajo N°17 “Mapa de Peligros del Volcán Villarrica” por H. Moreno, año 2000 se han incorporado a las Zonas de Extensión, considerando esta característica.”

A su vez, en su Artículo 51 estableció, entre otras Normas Específicas aplicables a las distintas áreas zonificadas:

“ZR- 1 ZONA DE RIESGO POR FENÓMENOS GEOFÍSICOS POR ESCURRIMIENTO DE LAVAS Y LAHARES

Corresponden a aquellas áreas en que la remoción en masa de materiales se puede presentar como fenómenos de lavas, lahares, avalanchas, aluviones, aludes, derrumbes, deslizamientos, rodados de piedras u otros materiales de arrastre, todo ello desencadenado por episodios eruptivos del Volcán Villarrica, según lo señalado en CAPITULO II. ARTICULO 13 letra b) de la presente ordenanza. Están definidas a través de las quebradas indicadas como Áreas de Alto Peligro y afectas por lavas y/o lahares generados durante el siglo XIX y XX, definidas como ALI1 y AI1, en Documento de Trabajo N°17 “Mapa de Peligros del Volcán Villarrica” por H. Moreno, año 2000

En caso que el área afecta a riesgo en alguna de estas zonas sea precisada con estudios fundados que deberán abarcar los recorridos completos de los lahares y su impacto en todo el sistema del volcán Villarrica, y se incorporen las mitigaciones y obras que modifiquen la condición de peligro volcánico; los destinos, condiciones, e intensidad de utilización del suelo, se asimilarán a la zona adyacente. Se entenderá por zona adyacente, aquella ubicada al mismo lado del cauce en que se emplace el terreno habilitado mediante las obras de mitigación.

Tanto los estudios como las obras que se realicen, deberán contar con informe favorable de la Dirección de Obras Hidráulicas y de SERNAGEOMIN.

Intensidad de Ocupación del Territorio Grado 0

Uso Generalizado del Suelo: Usos que no generen permanencia tales como área verde, senderos de carácter turístico, miradores y estacionamientos.”

Esta normativa fue rechazada por Contraloría General de la República, razón por la cual el Plan Regulador Intercomunal Villarrica Pucón no ha entrado en vigencia, entre otras razones por considerarse inadecuado que privados debieran efectuar estudios técnicos que permitieran precisar las áreas afectas a esta restricción. Se ha solicitado copia del pronunciamiento de Contraloría.

4.7.2 Informes Técnicos

De acuerdo a la normativa vigente SERNAGEOMIN y la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas tienen facultades técnicas respecto de la determinación de áreas o zonas afectas a riesgo (entre ellas volcánico y otros conexos).

En el evento que dichos organismos aprueben Informes Técnicos que indiquen que determinados sectores de terrenos están afectos a Riesgo y ello no sea reflejado o incorporado en un Instrumento de Planificación Territorial, sería posible invocar esos informes técnicos para denegar algunas solicitudes de edificación que se efectúen respecto de los mismos, como por ejemplo una solicitud de acuerdo al Artículo 55 de la LGUC.

4.7.3 Proyecto de Ley en Trámite

A la fecha existe un Proyecto de Ley en Primer Trámite Constitucional en la Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente de la Cámara de Diputados que busca modificar la Ley N° 16.282 que fija Normas Permanentes en Caso de Sismos y Catástrofes, proponiendo agregar un Artículo 21 bis que señale:

“Art. 21 bis. Suelo no urbanizable. Tendrán la condición de suelo no urbanizable, a los efectos de esta ley, los terrenos ubicados en zonas de riesgos naturales acreditados. En estos casos las direcciones de obras respectivas no podrán otorgar permisos de obra nueva a que se refiere la ley general de construcciones.

Todo proyecto inmobiliario deberá informar las condiciones técnicas del suelo en que se pretende emplazar la construcción y la eventual existencia de fallas geológicas. Su omisión hará presumir la responsabilidad del constructor por efectos de la construcción.

Se prohíbe la construcción de aeropuertos en zonas de riesgos naturales acreditados.”

4.8 ALTERNATIVAS PARA GENERACIÓN DE NUEVO SUELO URBANIZABLE

En esta sección describiremos los distintos mecanismos existentes en nuestra legislación para la creación de nuevo suelo urbanizable, ya sea para la ampliación de la actual área urbanizable de Chaitén y para los otros emplazamientos analizados, los que no tienen continuidad territorial con el actual Chaitén.

4.8.1 Aprobación Plan Regulador Comunal de Acuerdo a Procedimiento de Ley N° 16.282 que fija Disposiciones Sobre Sismos y Catástrofes.

De acuerdo al Artículo F de esta ley, el MINVU deberá pronunciarse dentro del plazo de 90 días acerca de las modificaciones a los Planos Reguladores que acuerde la Municipalidad respectiva. El MINVU deberá dictar de inmediato el Decreto Supremo correspondiente, por el que se apruebe el Plan Regulador Comunal si fueren aprobadas las modificaciones propuestas por el Municipio. La norma exige contar con la aprobación previa del especialista antisísmico que asesore a la Municipalidad o que sea designado para este efecto por el Colegio de Ingenieros de Chile, requisito que podría no ser aplicable en este caso.

Esta disposición permitió aprobar una modificación al Plan Regulador Comunal de Tocopilla, afectada por un terremoto en el mes de Noviembre de 2007. Dicha tramitación, de acuerdo a la información disponible, se efectuó a través de un procedimiento que contempló:

- Elaboración de la propuesta
- Aprobación por el Concejo Comunal
- Remisión de la propuesta y acuerdo del Concejo por el Alcalde a la Ministra de Vivienda y Urbanismo
- Dictación de Decreto Supremo por la Ministra de Vivienda y Urbanismo
- Toma de Razón por Contraloría General de la República

Este procedimiento no habría contemplado los trámites mencionados en los numerales 1 a 6 del Artículo 2.1.11 de la OGUC ni los trámites de Informe Técnico de la SEREMI MINVU, aprobación del Consejo Regional en caso que no exista Plan Regulador Intercomunal ni la Evaluación de Impacto Ambiental ante CONAMA.

Se hace presente que el trámite de Toma de Razón por parte de Contraloría General de la República se extendió por varios meses debido a la solicitud de este organismo de contar con Estudios Técnicos que justificaran la modificación según se exige en la LGUC y la OGUC.

Se han solicitado los antecedentes de esta tramitación, a fin de entregar un detalle de las etapas a las que fue sometido y su aplicabilidad en este caso, la que preliminarmente parece posible.

4.8.2 Aprobación Plan Regulador Comunal a Través de Mecanismo Normal

Es posible aprobar un Plan Regulador Comunal de acuerdo a las disposiciones contenidas en los Artículos 41 y siguientes de la LGUC y 2.1.10 y siguientes de la OGUC. Esta tramitación requiere que se efectuó Evaluación de Impacto Ambiental ante CONAMA, la que se deberá efectuar a través de una Declaración de Impacto Ambiental (“DIA”) o de un Estudio de Impacto Ambiental (“EIA”) en el evento que se estime que se pueden generar los efectos establecidos en el Artículo 11 de la Ley N° 19.300.

Se hace presente que normalmente los Instrumentos de Planificación Territorial de evalúan en la CONAMA a través de DIAs. De acuerdo a la información disponible en el sitio web de CONAMA se han presentado 2 EIAs de Planes Reguladores Intercomunales y 9 EIAs de Planes Reguladores Comunales. A su vez, se han presentado 96 DIAs de Planes Reguladores Intercomunales y 569 DIAs de Planes Reguladores Comunales.

4.8.3 Fijación Límite Urbano

De acuerdo al Artículo 53 de la LGUC es posible aprobar un Límite Urbano en centros poblados que no cuenten con Plan Regulador a través del mismo procedimiento establecido para la aprobación de los Planes Reguladores Comunales.

4.8.4 Aplicación Artículo 55 de la LGUC

De acuerdo al Artículo 55 de la LGUC, previo informe favorable de la SEREMI de Vivienda y Urbanismo y del la SEREMI del Agricultura respectivas, fuera de los límites urbanos establecidos en

los Planes Reguladores es posible abrir calles, subdividir para formar poblaciones, urbanizar terrenos rurales y levantar construcciones para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales de hasta un valor de 1.000 Unidades de Fomento, que cuenten con los requisitos para obtener subsidios del Estado. Para la determinación del valor máximo de 1.000 unidades de fomento se utilizará el presupuesto que se utilice en la solicitud de permiso de edificación incrementado en un 30%, excepto tratándose de viviendas sociales, cuya calificación corresponde practicar al Director de Obras Municipales respectivo, conforme al artículo 6.1.4. de la OGUC.

Se hace presente que el Permiso establecido por el Artículo 55 de la LGUC es un Permiso Ambiental Sectorial señalado en el Artículo 96 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por lo que si el proyecto inmobiliario requiere ser evaluado ante la CONAMA (por cumplir con cualquiera de los criterios establecidos en la letra g) y h) del Artículo 3 de dicho Reglamento) la autorización del Artículo 55 de la LGUC sólo podrá ser otorgada una vez que el proyecto respectivo haya sido calificado ambientalmente favorable por la COREMA.

En caso de aplicación del Artículo 55 de la LGUC el informe favorable del SEREMI de Vivienda y Urbanismo deberá señalar el grado de urbanización que deberá tener la subdivisión predial. Dichas condiciones de urbanización están definidas en la OGUC. De acuerdo al Artículo 2.2.10 de la OGUC dicho informe debe considerar:

- Agua potable: conexión a red pública o a la red de la empresa concesionaria de servicios sanitarios correspondientes, si existe. En su defecto, sistema de redes colectivas con fuente propia, de acuerdo a lo dispuesto en el Código Sanitario y sus reglamentos, aprobado por la autoridad sanitaria correspondiente.
- Alcantarillado: conexión a red pública o a la red de la empresa concesionaria de servicios sanitarios correspondientes, si existe. En su defecto, redes colectivas conectadas a plantas de tratamientos y su disposición final, conforme a lo dispuesto en el Código Sanitario y sus reglamentos, aprobado por la autoridad sanitaria correspondiente.
- Evacuación de aguas lluvias: el escurrimiento de las aguas se deberá hacer en forma natural por calles y pasajes, o por cauces naturales o artificiales de aguas o mediante pozos absorbentes, u otra solución alternativa técnicamente aceptable.
- Pavimentación: se aplicarán las disposiciones técnicas establecidas en el artículo 3.2.5. de la OG
- Electricidad: conexión a red pública, si la hubiere, o a generador, acorde con los requerimientos del proyecto. Todas las redes de electrificación, de alumbrado público y sus respectivas obras complementarias se ejecutarán en conformidad a las normas y especificaciones sobre diseño y construcción, de acuerdo a las normas técnicas vigentes.

4.9 ALTERNATIVAS DE FACTIBILIDAD SANITARIA

Primeramente se hace presente que la ejecución de obras sanitarias y de tratamiento de aguas servidas debe someterse a Evaluación de Impacto Ambiental ante CONAMA de acuerdo a lo señalado por la letra O) del Artículo 3 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental si cumplen con alguna de las siguientes características:

- o.1. Sistemas de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes;
- o.2. Sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias, cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas;
- o.3. Sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario, considerando los procesos intermedios, y que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes;
- o.4. Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes;

A continuación se indican alternativas posibles para dotar al nuevo emplazamiento de Chaitén de servicios sanitarios tanto en el área rural (fuera de los límites urbanos) como en el área urbana.

Debe evaluarse la conveniencia o pertinencia de coordinar la aprobación del Instrumento de Planificación Territorial (Plan Regulador Comunal) con la aplicación del mecanismo de factibilidad sanitaria. Así, por ejemplo podría ser posible utilizar un mecanismo de factibilidad sanitaria propio de las áreas rurales en una primera etapa para, luego de incorporado al área urbana el sector, someterlo a normas de una Concesión sanitaria y a la tuición de la SISS.

4.9.1 Factibilidad Sanitaria en Área Rural

A continuación se describen mecanismos que permiten dotar de factibilidad sanitaria en áreas rurales. En general no se consideran adecuados estos sistemas para proyectos con características urbanas, debido a una serie de razones técnicas y legales entre las que se encuentran:

- Tarifa no regulada
- Falta de obligación de continuidad de servicio
- Falta de fiscalización por parte de la SISS

A *Artículo 52 Bis D.F.L. N° 382, Ley General de Servicios Sanitarios*

Dicha norma establece que: “Los prestadores podrán establecer, construir, mantener y explotar sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en el ámbito rural, bajo la condición de no afectar o comprometer la calidad y continuidad del servicio público sanitario.”

Este mecanismo se aplica previa solicitud del Concesionario Sanitario.

B *Sistemas Particulares*

De acuerdo al Artículo 71 del Código Sanitario, corresponde a la SEREMI de Salud aprobar obras particulares destinadas a la provisión de agua potable y la evacuación, tratamiento y disposición final de aguas servidas, respecto de las cuales dicho organismo tiene facultades de fiscalización de acuerdo al Artículo 72 del mismo Código.

Cabe señalar que debido a las dificultades en la ampliación de las áreas afectas a concesión sanitarias, estratégicamente por razones de independencia respecto de las empresas sanitarias o con el objeto de acortar plazos puede resultar conveniente aprobar en una primera etapa un Sistema Particular de agua potable y alcantarillado y posteriormente lograr que los terrenos servidos por él sean incorporados a un área de Concesión Sanitaria.

Han existido casos de aprobación de Sistemas Particulares de agua potable y tratamiento de aguas servidas para mega proyectos inmobiliarios (Proyecto Valle Grande, comuna de Lampa, Región Metropolitana).

C *Agua Potable Rural*

Los servicios rurales de agua potable están definidos como aquellos que se prestan en zonas no urbanas, por lo que no tienen el carácter de servicios públicos sanitarios.

El Programa de Agua Potable Rural desarrollado por el Ministerio de Obras Públicas a través de la Dirección de Obras Hidráulicas tiene por objeto financiar los estudios y las obras de agua potable, para luego delegar su operación, mantenimiento y autofinanciamiento por la vía del cobro de tarifas a un Comité de Agua Potable Rural o a una Cooperativa. Los Comités se deben constituir de acuerdo a las normas de la Ley N° 19.418 de Juntas de Vecinos y Organizaciones Comunales.

En su calidad de servicios particulares, su constitución y fiscalización queda entonces sometida a los respectivos Servicios de Salud del Ambiente y se rigen, para todos los efectos, por las normas que establece el Código Sanitario.

Los Servicios de Agua Potable Rural deben cumplir con las normas del D.F.L. N° 382, relativas a la prestación de los servicios sanitarios, en cuanto a garantizar la calidad y la continuidad del servicio de agua potable.

Como servicios particulares, estos sistemas no se rigen por Ley de Tarifas que se aplica a los servicios públicos sanitarios.

4.9.2 *Factibilidad Sanitaria en Área Urbana*

A *Concesión Sanitaria*

El otorgamiento de una nueva Concesión Sanitaria en área urbana debe tramitarse de acuerdo a conforme lo dispuesto en la LGSS y el Reglamento de Concesiones Sanitarias de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas y de las normas de calidad de atención a los usuarios.

El procedimiento de otorgamiento de una Concesión Sanitaria se inicia por una solicitud de concesión ante la SISS. Un extracto de dicha solicitud se debe publicar en el Diario Oficial y en un diario de circulación nacional, iniciándose un plazo de 60 días para que terceros presenten nuevas solicitudes de concesión para prestar el mismo servicio en dicha área. La SISS analizará las distintas solicitudes y recomendará adjudicar la concesión a aquella empresa que cumpliendo con las exigencias técnicas ofrezca la menor tarifa por la prestación de los servicios, la que, en todo caso, no deberá ser superior a la determinada por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. La adjudicación de la concesión la realizará el Ministerio de Obras Públicas mediante decreto fundado.

Normalmente la aplicación de este procedimiento toma un período de 18 – 24 meses.

B *Ampliación Área de Concesión*

De acuerdo al Artículo 22 de la LGSS la Concesionaria puede solicitar a la SISS “ampliaciones de la concesión, cuya tramitación quedará sometida al procedimiento general establecido en los artículos 12º y siguientes”, que es el descrito en la sección anterior.

C *Ampliación Forzosa de la Concesión*

El artículo 33° A del D.F.L. N° 382, Ley General de Servicios Sanitarios (“LGSS”), dispone que cada vez que exista la necesidad de asegurar la provisión del servicio sanitario en determinadas zonas dentro del límite urbano, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (“SISS”) deberá efectuar la respectiva licitación pública, no pudiendo excusarse de hacerlo cuando así lo requiera el Ministerio de Vivienda y Urbanismo respecto de las áreas urbanas, fundado en la necesidad de cumplir sus políticas, planes y programas relativos a viviendas sociales o subsidiadas, hasta 750 Unidades de Fomento.

En caso de no existir proponentes para la referida licitación, o no haber sido adjudicada ésta por no cumplir los proponentes con los requisitos exigidos por la ley, la SISS podrá exigir al prestador que opere el servicio sanitario del área geográfica más cercana a la zona respecto de la cual existe la necesidad de asegurar el servicio, la ampliación de su concesión a esta última zona.

Para ejercer la facultad de imponer la ampliación del área de concesión, la SISS deberá evaluar primeramente la concurrencia de los siguientes requisitos:

- Que la incorporación de las nuevas áreas sea factible técnicamente;
- Que el aumento del territorio de operaciones sea razonablemente factible de enfrentar administrativa y financieramente por el prestador, y
- La modificación del programa de desarrollo que pueda ordenar la Superintendencia no podrá representar daño emergente para el prestador.

En principio, en el caso de ampliación forzada, las nuevas áreas de concesión deberán ser informadas al prestador al momento de iniciarse el proceso de fijación de tarifas establecido en el D.F.L. N° 70, de manera de considerar oportuna y adecuadamente el efecto de la ampliación del área de concesión en las tarifas del servicio.

Igualmente, la SISS por causa fundada, podrá exigir la ampliación del área de servicio en una fecha intermedia a los períodos de fijación tarifaria. En este caso, se establecerán tarifas para la nueva área de concesión, las que regirán junto a la entrada en operación de la ampliación. Dichas tarifas tendrán vigencia hasta el término del período en curso y deberán permitir al prestador generar los ingresos requeridos para cubrir los costos incrementales de explotación eficiente y de inversión de su proyecto de expansión optimizado para la nueva área de servicio, sin perjuicio de los eventuales aportes de terceros.

Para los casos en que la implementación de la ampliación sea urgente, el artículo 58 del Reglamento establece que en resolución fundada que disponga la ampliación, además se podrá exigir al prestador la presentación, en un plazo no inferior a 60 días, de un cronograma de las obras necesarias para atender la nueva área de concesión.

5 RECOMENDACIONES

5.1 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

5.1.1 Premisas para la Concreción de Prácticas Efectivas de Promoción de la Participación Ciudadana en Proyectos de Reconstrucción Urbana

A Importancia de la legitimación social de los proyectos de reconstrucción/relocalización urbana

Una de las claves para el logro efectivo de los objetivos trazados por autoridades y planificadores para la recuperación de ciudades devastadas, es la capacidad que éstos tengan para legitimar los proyectos que creen que son pertinentes para el desarrollo de la localidad. Para que esto ocurra deben existir estrategias de comunicación de los proyectos, así como instancias de presentación y/o discusión de éstos frente a entidades organizadas pertenecientes tanto a la comunidad afectada como a la opinión pública.

La validación de los planes maestros está íntimamente ligada a los esfuerzos que realicen los encargados del proyecto por intentar responder a las inquietudes y necesidades de la ciudadanía. Cabe advertir que esto no significa que las autoridades deban decidir sólo en base a lo que la mayoría opine, dado que en ocasiones estas posturas responden más a añoranzas que a soluciones pertinentes y necesarias. Lo que se necesita entonces es crear instancias en las cuales sea posible dialogar, exponer posturas y poner en valor los planes que se busca ejecutar, además de presentar con claridad y veracidad los costos y beneficios estimados por el proyecto.

B Sociedad Civil: no deben buscarse ni comportamientos ni respuestas estandarizadas

Para que se logren articular las voluntades de autoridades con las inquietudes y posturas de la sociedad civil, es necesario que las primeras entiendan que la comunidad no actúa homogéneamente ni en base a los mismos principios orientadores. La pluralidad de significados y tipos de respuestas abren un abanico de posibilidades de acción para cada una de estas personas y/o colectividades organizadas. Es por esto que las autoridades deben estar preparadas para hacer frente a múltiples demandas y expectativas, muchas de las cuales escapan a los preconceptos que se tenía de ellas. Ampliar las bases de diálogo, incorporar a actores antes no considerados y estar abierto a nuevos cuestionamientos y debates son partes importantes de una negociación efectiva entre autoridades y ciudadanía.

Al pasar por alto este tipo de cuestiones se pierde la oportunidad de realizar proyectos participativos capaces de recoger información de cada localidad y ser representativos de ella, alcanzando altos grados de sinergia entre la acción de los órganos del Estado y la sociedad civil. Situaciones como las recién señaladas son producidas por la falta de comunicación y vinculación entre las víctimas y quienes planifican la reconstrucción, las cuales provocan desconfianzas mutuas y altos grados de pesimismo respecto a la acción del otro.

Un enfoque de planificación que logre realmente una participación efectiva de las comunidades logrará que las decisiones tomadas por las autoridades tengan una mejor recepción, que las soluciones otorgadas ganen en pertinencia y que se instalen activos en los barrios/ciudades que

vayan más allá de la sola infraestructura, tales como relaciones de cooperación y confianza -tanto entre vecinos como con las autoridades- y la consolidación de liderazgos y el empoderamiento de distintos miembros de la comunidad

Mecanismos de Distribución Efectiva de Información

El proceso de planificación requiere de mecanismos de distribución de información de alta calidad, así como de variadas fuentes de información que ayuden a tomar las mejores decisiones posibles. La voz de los residentes de las zonas afectadas es clave aquí, tanto para entregar guías para la elaboración de diseños urbanos acordes a sus necesidades y deseos, como para servir de mecanismo de control a la acción de las autoridades frente a incumplimiento en los acuerdos. Para que esto sea posible, las autoridades no deben ser reticentes a la comunicación con los representantes de las comunidades, dado que tras una decisión de ese tipo pueden hacer proliferar focos de conflicto que finalmente se constituyan como amplios costos políticos. En definitiva, se necesita que los flujos de información sean bidireccionales y que las asimetrías de información/contenidos se reduzcan a los mínimos posibles. Esto no significa que todo deba ser informado, dado que las negociaciones requieren de tiempos específicos. Salirse de ellos puede alarmar o crear falsas expectativas, que podrían llegar a ser contraproducente al fomento de la participación de las comunidades y a la conciliación de intereses.

5.1.2 Escenario: Justificar el Descarte de la Localización Actual de Chaitén

El primer punto que hay que tener en consideración, por muy obvio que parezca, es que hay que ser exhaustivo en entregar los antecedentes que determinaron que Chaitén debía ser relocalizada. La exposición de esta materia debe estar respaldada tanto por las justificaciones técnicas del descarte de la alternativa, -llámese peligro volcánico, costos de inversión, dificultades de gestión, etc.- así como por las potencialidades que abre el desarrollar la ciudad en una nueva localización. Es aquí donde se debe ser lo suficientemente estratégico en términos comunicacionales para ser capaz de optimizar los atributos del nuevo lugar, intentando cubrir la mayor cantidad de flancos posibles de críticas. Respecto a esto último, quienes comuniquen esta información deberán enfatizar en las siguientes preguntas relacionadas con los ejes de mayor interés de la población afectada:

A *Vivienda y urbanismo:*

- i. ¿Cuáles van a ser los subsidios habitacionales?,
- ii. ¿Cómo se van a evaluar las propiedades?
- iii. ¿Cuáles son las tipologías de viviendas y el estándar de construcción a desarrollar?
- iv. ¿Quién decidirá que obras deben desarrollarse en la ciudad?

B *Reactivación Económica:*

- i. ¿Qué planes de empleo van a desarrollarse en Chaitén?,
- ii. ¿Qué incentivos van a ser creados por las autoridades para asegurar la vuelta de los chaiteninos a la ciudad?
- iii. ¿Qué incentivos van a ser instalados para que se desarrolle la inversión privada?
- iv. ¿Existirá inversión pública en nuevas industrias?

- v. ¿Se desarrollarán empleos vinculados a los oficios en los cuales fueron capacitados los desplazados?

C Servicios instalados:

- i. ¿Existirá el mismo estándar que existía en la antigua ciudad en cuanto a servicios de salud, educación y/o seguridad?, o más bien,
- ii. ¿Mejorarán ostensiblemente los servicios prestados, en cuanto a infraestructura como a capacidades instaladas?

D Conflictos históricos:

- i. ¿Cómo se resolverá el problema de la conectividad de Chaitén (y de la provincia de Palena en general) con el resto del territorio del país?
- ii. ¿Existirá voluntad del gobierno central por acelerar los procesos de descentralización en la toma de decisiones y en las tareas administrativas?

E Logística del traslado a la nueva ciudad:

- i. ¿Cuándo se realizará?
- ii. ¿Cómo se realizará?
- iii. ¿Quién la realizará (privada, apoyo del Estado)?
- iv. ¿Quién correrá con los costos asociados a esta tarea?

F Historia e identidad de la antigua ciudad:

- i. ¿Qué pasará con la antigua ciudad?
- ii. ¿Se desarrollarán proyectos de conmemoración?
- iii. ¿Que ocurrirá con lugares de alto valor simbólico para la ciudad, tales como el cementerio, la parroquia o la plaza de armas?
- iv. ¿Alguien se hará cargo de la preservación de estos inmuebles?

G Reconstrucción comunitaria:

- i. ¿Se desarrollarán estrategias para conservar el tejido social existente previo a la erupción (relaciones de barrio, organizaciones civiles, clubes deportivos, grupos de iglesia, etc.)?
- ii. En la nueva ciudad ¿estarán las mismas personas que estaban antes?
- iii. En el barrio ¿podré encontrarme con mis antiguos vecinos?

Si bien esto es sólo un compendio de posibles preguntas, a las cuales probablemente se le añadirá una batería de nuevas inquietudes y preocupaciones, en el horizonte de las respuestas a todas ellas debe estar presente el valor de ese lugar particular, en cuanto a la singularidad de su desarrollo e historia. Para esto las autoridades a cargo del proyecto deben enviar señales a la opinión pública tendientes a recalcar que la oportunidad de desarrollo que ahora se abre, tendrá la habilidad de conjugar pasado, presente y futuro, rescatando y potenciando los rasgos distintivos

del lugar, al mismo tiempo que fomentando innovaciones tendientes a sanear fallas o imperfecciones del antiguo asentamiento.

Del mismo modo, no se debe pasar por alto de la dimensión afectiva que la ciudad evoca, por lo cual se hace imprescindible acentuar que el cuidado de la identidad del lugar es una preocupación de primera relevancia para los planificadores, quienes desean desarrollar emprendimientos que estén en consonancia con la historia de la ciudad y las prioridades de sus habitantes.

¿Cómo lograr que los habitantes de Chaitén creen en el proyecto? Para esto se deberá diseñar algún tipo de estrategia de “reimaginación” o “reinención” de la comunidad. Si el proyecto busca potenciar un desarrollo inmensamente superior al existente previo a la erupción del volcán Chaitén, los “desplazados” deben ser encantados con la idea de poder ser parte de un sueño de desarrollo urbano único, capaz de augurar bienestar a sus ciudadanos en base a los principios de la sustentabilidad. La noción de oportunidad no puede ser instalada en el discurso sin la noción de participación e involucramiento, así como la idea de sustentabilidad no puede ser expresada en términos abstractos, sustrayéndola de la dimensión material y económica de la vida social.

5.1.3 Cómo Guiar la Exposición del Proyecto de Nuevo Emplazamiento

Exponer los planes a desarrollar se impone como un desafío importante para quienes estén encargados de desarrollar esta tarea. Para llevar a cabo esta misión, puede ser interesante revisar algunos de los pasos prácticos señalados por Tironi y Cavallo (2004) para la gestión de situaciones críticas, algunos de las cuales se revisan a continuación:

A Convenza a su organización de la necesidad de comunicar con la mayor rapidez, sobre la base de cuatro principios orientadores esenciales:

- Eliminar el “sin comentarios” como posibilidad. Aunque no haya nada más para decir que “no lo sé”, dígalos, diga por qué y cuándo cree que sabrá.
- Tomar en serio el derecho a la información.
- No mentir ni especular. Haga primar la información factual y confirmada.
- Delimitar lo que se mantendrá bajo reserva por razones realmente superiores.

B Designe a encargados y voceros por área, todos los cuales deben someter a revisión sus comunicaciones antes de hacerlas públicas:

- Un vocero interno, en contacto continuo con los trabajadores (para el caso de Chaitén, con las organizaciones civiles que cuenten con interlocución válida).
- Un vocero externo, disponible para los medios de comunicación.

C Proporcione entrenamiento a los voceros sobre la base de tres definiciones operativas mínimas:

- Disponibilidad para diversos públicos y medios. Descansar en conferencias de prensa o comunicados como medios excluyentes supone rendir la comunicación, no encabezarla. “No tengo tiempo” es una respuesta fatal ante un periodista.
- Asertividad, incluso en el caso de preguntas agresivas. El tono defensivo puede producir daño irreparable en la credibilidad.
- Precisión en el lenguaje, lo que está asociado a la brevedad y a la máxima sencillez.

D Verifique que el equipo de crisis tiene la información para contactar a los públicos respectivos, con fuentes primarias, secundarias y de respaldo.

E Diseñe a un encargado de realizar el seguimiento de la comunicación pública, en lo posible con una evaluación preliminar.

Tal como afirman los autores recién señalados, es de especial relevancia que las autoridades orienten sus estrategias comunicacionales según ciertos criterios de efectividad y control. Hay requisitos imprescindibles que no pueden ser pasados por alto, tales como la veracidad de la información o la certidumbre en los contenidos entregados. Si estas acciones no son llevadas a cabo el proyecto corre serios problemas de legitimidad frente a la opinión pública, los cuales pueden significar altos costos políticos y serios retrasos en los plazos trazados por el proyecto.

Existe otra dimensión que no puede ser dejada de lado, que es el uso de múltiples canales comunicativos; tal como señalan los autores recién citados, descansar solamente en conferencias de prensa o en comunicados es demasiado precario, dadas las características y la magnitud del proyecto. Hay que ser lo más innovador posible en cuanto al uso de medios: en internet, en las radios locales, en los cabildos comunitarios o en el trabajo e interacción de los tutores con las familias desplazadas es posible ir aclarando dudas y acotando expectativas. Sin embargo, para que esto funcione y tenga un impacto positivo, deben alinearse los discursos mediante a través de capacitaciones internas. Todos quienes estén vinculados de una u otra manera al proyecto y estén en la órbita de las autoridades deben “hablar el mismo idioma”, para así no producir discordancias y conflictos de interpretación. Por lo tanto, es necesario diseñar una estrategia discursiva a través de la cual se pueda definir cuáles son los mensajes apropiados, qué formas son las más pertinentes para expresar ciertos contenidos y en qué circunstancias debe decirse qué cosa.

5.2 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PRIORITARIOS A REALIZAR

- Analizar los impactos en la salud por la exposición a cenizas volcánicas
- Evaluar los impactos atmosféricos por la presencia de cenizas en el aire
- Impactos en la biodiversidad marina por los sedimentos volcánicos
- Analizar los impactos en la flora y fauna por la exposición a las cenizas volcánicas
- Transporte de sedimentos volcánicos en la costa y su redistribución por la deriva del litoral

5.3 ESCENARIOS PREFERENTES DE RELOCALIZACIÓN

Como se explicó en detalle el primer capítulo de este documento, el consultor no recomienda la opción de reconstrucción de Chaitén en su localización actual, incluyendo esto la alternativa de expandir la ciudad hacia el Norte. Las eventuales ventajas de dicha opción son menores en comparación a los riesgos asociados a convivir con un volcán en proceso eruptivo, y las incertidumbres en cuanto a los plazos e inversiones necesarios para viabilizar esta alternativa.

Para la siguiente etapa se recomienda entonces analizar todas las otras alternativas, con la salvedad de identificar en terreno una solución híbrida entre Santa Bárbara y Santa Bárbaras Sur, que permita minimizar las dificultades de ambas y maximizar sus potenciales.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Alcaíno, J., Solís, R., Quintanilla, P. (sin fecha) *Estudio de la exposición a Sílice – Chile 2004 – 2005*. Instituto de Salud Pública de Chile
- Armienta, M.A., De la Cruz Reina, S., Gómez, A., Ramos, E., Cisneros, N., Cruz, O., Aguayo, A., Martínez, A. (2007) *Hidrogeochemical indicators of the Popocatepetl volcano activity*. Journal of volcanology and geothermal research 35 - 50. Elsevier, Amsterdam
- Brasseur, G. (1992) *Mount Pinatubo aerosols, chlorofluorocarbons and ozone depletion*. Science 257: 1239-1242.
- Burgman, M. (2005) *Risks and Decisions for Conservation and Environmental Management*. Cambridge University Press, Cambridge
- Cardona, O. (1991) *Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo*, Taller Regional de Capacitación para la Administración de Desastres ONAD/PNUD/OPS/UNDRO, Bogotá
- CEPAL (2003) *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los Desastres*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- Dartevelle, S., Gérald, E., Stix, J., Bernard, A. (2002) *Origin of the Mount Pinatubo climatic eruption cloud: Implications for volcanic hazards and atmospheric impacts*. Geology; v. 30; no. 7; p. 6630 – 666
- Delgado, J. (2007) *Auditoria de Vulnerabilidad Urbana en las cuencas de las quebradas La Zorra, Mamo y Tacagua, Estado Vargas*. Instituto de Mecánica de Fluidos IMF, FUNVISIS, CENAMB.
- Delmelle, P., Lambert, M., Dufrene, Y., Gerin, P., Óskarsson, N. (2007) *Gas/aerosol – ash interaction in volcanic plumes: New insights from surface analyses of fine ash particles*. Earth and Planetary Science Letters 259: 159 – 170
- Espinoza, G. (1997). *Apuntes de clases. Evaluación de Impacto Ambiental. Herramientas y métodos*. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Forman, R. T. (1995). *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Gómez Martín, B., & López Palomeque, F. (1997). *Regionalización turística del mundo*. Barcelona: Edicions Universitat, Universitat de Barcelona, Departament de Geografia física i Anàlisi Geogràfica Regional.
- Grez, A. A., Simonetti, J. A., & Bustamente, R. O. (Edits.). (2006). *Biodiversidad en Ambientes Fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- HMP (2007) *Hazard Mitigation Plan – Village of Briarcliff Manor*, New York
- Horwell, C.J., Michnowicz, S., Le Blond, J. (2008) *Report on the mineralogical and geochemical characterisation of Chaitén ash for the assessment of respiratory health hazard*. Institute for Hazard and Risk Research, Department of Earth Sciences, Durham University, Science Labs, Durham DH1 3LE, UK. Department of Geography, University of Cambridge, Downing Place, Cambridge CB2 3EN, UK.

Lavell, A. (2004) *Analysis of institutional and legal systems for Risk management and Disaster Response in Latin America: the cases of Bolivia, Nicaragua and Colombia. Regional Report*. Versión electrónica. **Bureau for Crisis Prevention and Recovery (BCPR) UNDP**

Lavell, A. (2003) *La Gestión Local del Riesgo: Nociones y Precisiones en torno a concepto y práctica*. CEPREDENAC. Perú. Disponible en www.crid.org

Lavell, A. (1996) *Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano: Problemas y Conceptos*. En Fernández, María Augusta. *Ciudades en Riesgo*. LA RED. USAID. Lima, Perú.

López-Escobar, L., Sanhueza, V. y Otárola-López, E. (2008) *Consideraciones relativas a la erupción volcán Chaitén (Andes del sur, 42º50'S) ocurrida en mayo de 2008*. *Ciencia... Ahora*, N° 22, año 11

Luebert, F., & Plissock, P. (2006). *Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile*. Santiago, Chile: Universitaria.

Muñoz- Pedreros, A. (2004). *La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental*. Santiago: *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 139-156.

Noss RF (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.

Oñate, J. J., Pereira, D., Suárez, F., Rodríguez, J. J., & Cachón, J. (2002). *Evaluación Ambiental Estratégica: La evaluación ambiental de políticas, planes y programas*. Madrid: Mundi-Prensa Libros.

Pauchard, A., Aguayo, M., & Alaback, P. (2006). Cuantificando la Fragmentación del Paisaje: las métricas y sus significados ecológicos. En A. A. Grez, J. A. Simonetti, R. O. Bustamante, A. A. Grez, J. A. Simonetti, & R. O. Bustamante (Edits.), *Biodiversidad en Ambientes Fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas* (págs. 17-40). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

PNUMA (2008) *Evaluación de las necesidades ambientales en situaciones post-desastre*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Ramírez, C., Mac Donald, R., & San Martín, C. (1996). Uso forestal de los ecosistemas de «ñadi»: Riesgos ambientales de la transformación de suelos en la Región de Los Lagos. *Ciencia y Ambiente*, XII (1), 82-88.

Reyes, Lilian (2008) *Yokohama y Hyogo: Entre su propuesta global y la interpretación local para la reducción de los riesgos. El caso del Municipio de La Paz, Bolivia*. Tesis para optar al Grado de Magister en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Rivera, A., Yáñez, A., Cedillo, L. (2005) *Emisión de ceniza volcánica y sus efectos*. *Ecosistemas* 14 (3): 107 – 115. Puebla.

Tironi, E.; Cavallo, A. (2004) *Comunicación estratégica: vivir en un mundo de señales*. (1ª Ed.) Santiago: Taurus.

Vargas, G., Amigo, A., Reich, M., Morata, D. y Parada, M.A. (2008) *Análisis de las cenizas del Volcán Chaitén*. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

(Sin autor) Estudio Componente paisaje. Proyecto Parque Eólico Laguna Verde. En http://www.e-seia.cl/archivos/ESTUDIO_DE_COMPONENTE_PAISAJE.pdf consultado el 17de diciembre de 2008

ANEXO 1 - SUPUESTOS PARA CABIDAS PRELIMINARES

Las superficies propuestas para los estudios de cabida, se obtuvieron del análisis del plano de catastro de Chaitén previo al desastre, con el objeto de tener una base de referencia común con la alternativa de reconstrucción.

Tabla 37. Superficies propuestas para cabidas

USO	HECTÁREAS
Vivienda	40 Hectáreas (1ª etapa)
Servicios	5 Hectáreas (ambas etapas dado su carácter provincial)
Equipamiento	10 Hectáreas (incluye áreas no edificables –plazas, áreas verdes– además de los lotes destinados a programas educacionales y turísticos).
Vivienda 2ª etapa	45 Hectáreas
Total área urbana	100 Hectáreas

El área urbana propuesta de 100 Hectáreas (en dos etapas), se obtiene de descontar del polígono del área urbana actual de Chaitén de 140 Hectáreas, todas aquellas zonas no ocupables como playa, riberas del río y zonas no edificadas.

En la Tabla 38. Superficies por tipo de uso, las superficies destinadas a Áreas Verdes y Equipamiento (que incluyen los servicios públicos) representan 30% de la superficie predial. En las superficies propuestas para el estudio, las áreas Equipamiento y Servicios representan una proporción equivalente de la 1era etapa: 15 Hectáreas sobre un total de 55 Hectáreas.¹²

De la Tabla 38 se obtiene la relación entre predios y espacio público: la superficie total predial (63há) representa 60% de la superficie urbana efectiva (100há). El 40% restante se destina a calles y vías.

¹² Dado el carácter del comercio (escala local e integrado a la vivienda) y su baja representación respecto del total, se considera integrado al uso vivienda para efectos del estudio y la selección de alternativas. El mismo criterio aplica para los usos mixto e industrial.

Tabla 38. Superficies por tipo de uso

USO	Nº DE LOTES	M2	HA	SUP. PROM.	% POR USO	
AREA VERDE	151	44.774	4,48	-	7,1%	30%
EQUIPAMIENTO	45	146.990	14,70	3.266,4	23,2%	
COMERCIO	28	19.342	1,93	690,8	3,1%	70%
MIXTO	51	26.143	2,61	512,6	4,1%	
INDUSTRIAL	13	5.826	0,58	448,1	0,9%	
VIVIENDA	1.025	340.067	34,01	331,8	53,7%	
ERIAZO	24	48.305	4,83	-	7,6%	
CASA VACIA	1	1.239	0,12	-	0,2%	
A(sin información)	4	589	0,06	-	0,1%	
TOTAL	1.342	633.274	63,33	-	100,0%	-

FUENTE: Elaboración Propia Basado en Catastro Plan Regulador de Chaitén

En la Tabla 39. Distribución por tamaño de lote en uso vivienda, los lotes de 200 a 500m² ocupan 55% de la superficie predial, los lotes de 500 a 800m² el 20% y los lotes de hasta 200m² 15%.

Tomando los datos de los puntos 3 y 4, se puede demostrar que la superficie de 45 Hectáreas destinadas a vivienda en primera etapa, son suficientes para dar cabida a una cantidad de 777 lotes en una distribución equivalente a la del Chaitén original: 270 lotes de hasta 200m² (superficie promedio 150m²); 424 lotes de entre 200 y 500m² (superficie promedio 350m²) y 83 lotes entre 500 y 800m² (superficie promedio 650m²)¹³. Esta distribución puede modificarse en función de la demanda y, si es necesario, es posible mejorarla si se considera que en barrios más densos, la incidencia de las superficie destinada a vías puede bajar de 40 a 30%.

Cabe mencionar que todas las alternativas tienen posibilidades de expansión sobre las 100 Hectáreas totales, salvo por alternativa de Chaitén Norte, que se ve más limitada por la geografía generando costos relativos mayores y una trama menos integrada al Chaitén original.

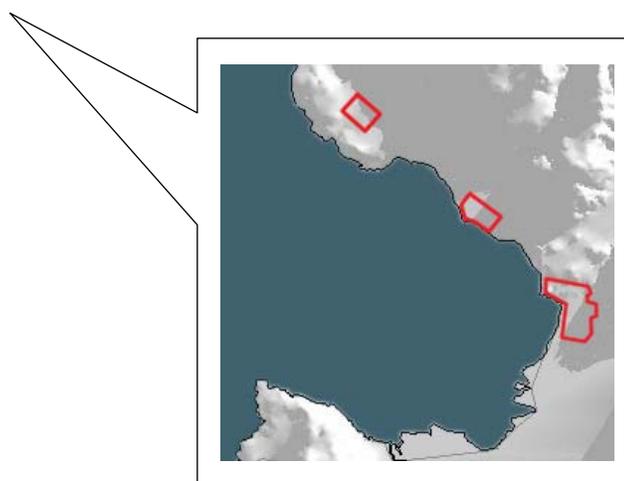
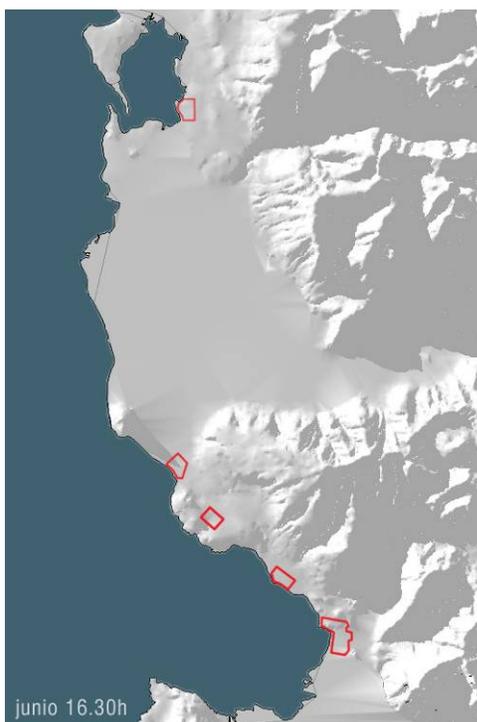
Tabla 39. Distribución por tamaño de lote en uso vivienda

TAMAÑO DEL LOTE	Nº DE LOTES	%	SUP. PROM. M2
HASTA 200	151	15%	144
200 A 500	562	55%	329
500 A 800	190	19%	627
800 A 1200	47	5%	996
MAYOR A 1200	75	7%	2.127
TOTAL	1.025	100%	-

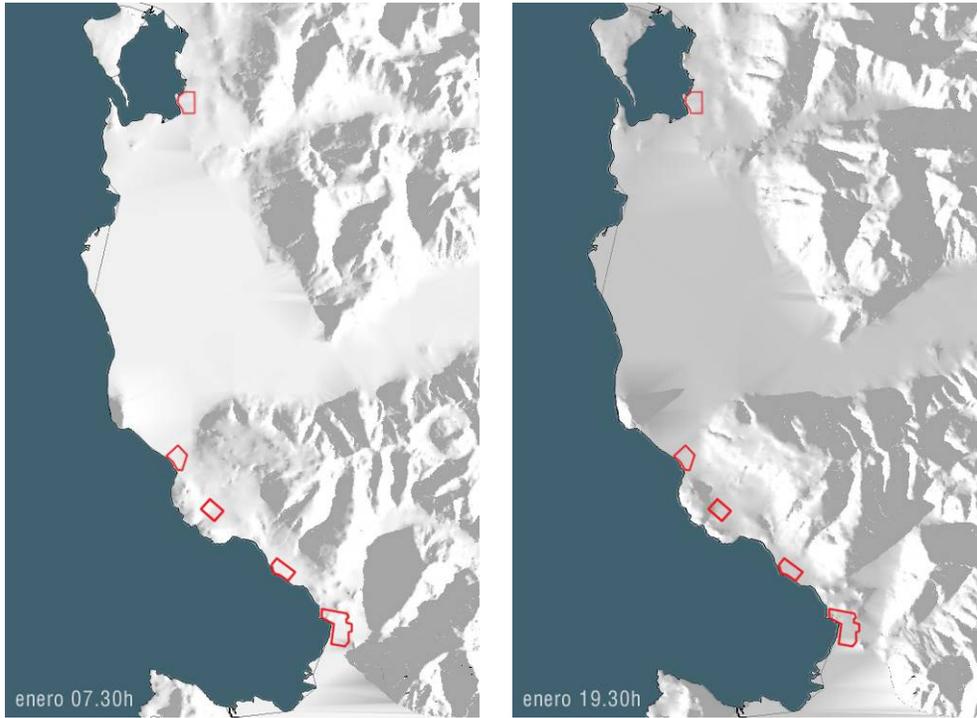
FUENTE: Elaboración Propia Basado en Catastro Plan Regulador de Chaitén

¹³ No se considera críticos para las cabidas los lotes entre 800 y 1.200m² y sobre 2.000m², para los cuales pueden destinarse 3há de las 45 en 1ª etapa (13 lotes de 1.000m² y 8 lotes de 2.180m²)

ANEXO 2 - ASOLEAMIENTO

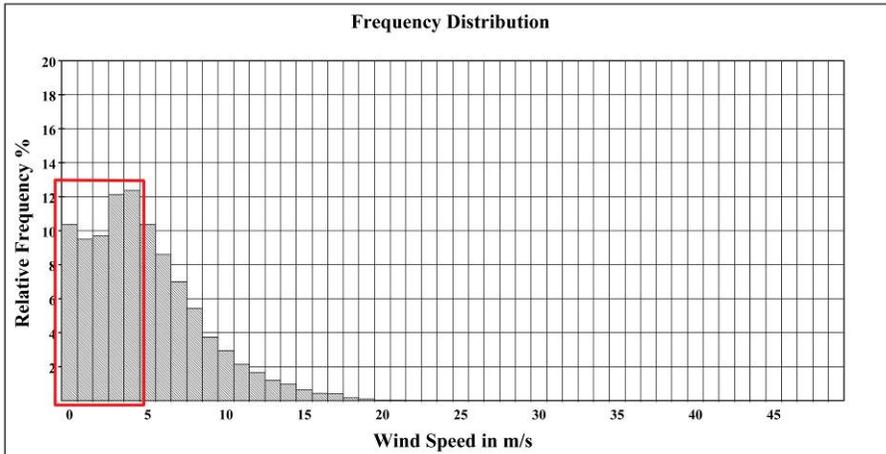


Durante el invierno, las horas críticas para el asoleamiento son las de la mañana. A las 9.30 sólo Bahía Pumalín y Santa Bárbara no reciben sombras proyectadas por el relieve. Chaitén actual, Fandango y Santa Bárbara Sur reciben sombras parcialmente. Sin embargo, desde aproximadamente las 10.30 todas las localizaciones están completamente expuestas hasta el atardecer.



Durante el verano, aparte de contar con más horas de luz, las sombras proyectadas por el relieve no inciden de manera relevante en ninguna de las alternativas propuestas.

ANEXO 3 - VIENTOS



La tabla de distribución de frecuencia y velocidad, muestra que el 50% de los vientos están bajo los 18km/hr.

CHAITEN (1991-2004)		HORA UTC												AGOSTO	
Dirección (°)		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Total
Calma		24.9	24.2	20.3	13.6	9.9	11.5	7.4	7.4	8.8	14.5	20.3	27.2	32.9	16.7
N 350/010		10.0	10.4	8.8	6.0	4.6	4.1	5.3	6.0	7.4	9.0	16.4	15.5	13.5	8.8
NNE 20/30		2.3	3.2	1.2	0.5	0.9	1.2	0.5	0.9	1.4	0.7	1.7	2.5	1.6	1.4
NE 40/50		0.6	1.2	0.7	0.5	0.5	0.0	0.2	0.0	0.7	0.7	1.0	0.8	0.5	0.6
ENE 60/70		1.2	0.5	1.4	1.2	0.0	1.2	0.0	0.5	0.5	0.2	0.5	0.8	1.3	0.7
E 80/100		5.3	4.4	3.9	2.1	3.9	2.8	1.6	2.3	2.3	1.8	2.7	1.9	2.4	2.9
ESE 110/120		16.4	20.7	21.0	19.6	18.7	14.3	14.7	12.9	11.1	8.8	10.9	10.4	7.5	14.6
SE 130/140		4.1	4.1	7.6	13.1	9.0	8.5	6.5	4.1	5.5	5.3	2.5	2.5	4.3	6.0
SSE 150/160		2.1	2.1	3.7	3.5	3.5	2.5	1.8	2.8	2.1	2.5	1.5	1.9	1.3	2.4
S 170/190		0.6	0.7	0.5	1.4	2.1	1.4	1.2	1.4	0.9	0.9	0.0	0.5	0.3	0.9
SSO 200/210		0.6	0.9	0.5	0.9	0.9	0.7	1.4	1.2	0.7	0.7	0.0	0.5	0.0	0.7
SO 220/230		0.6	0.0	0.0	0.5	0.2	0.5	0.7	1.2	0.5	0.2	0.0	0.0	0.5	0.4
OSO 240/250		0.9	0.0	0.5	0.9	2.1	0.9	1.8	1.6	2.1	1.6	1.5	1.6	1.3	1.3
O 260/280		2.3	1.6	2.1	3.0	5.5	9.7	9.0	10.6	8.5	7.8	4.0	1.9	1.1	5.3
ONO 290/300		6.2	4.4	5.5	8.3	14.3	12.0	17.7	20.7	18.0	14.1	8.4	5.2	5.4	11.0
NO 310/320		10.0	11.8	9.9	13.1	13.1	15.4	18.9	16.1	17.5	15.9	13.9	15.3	11.9	14.1
NNO 330/340		12.0	9.9	12.7	12.0	10.8	13.4	11.3	10.4	12.2	15.2	14.6	11.4	14.0	12.3
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Distribución horaria (UTC) de frecuencias (%) de las distintas direcciones del viento.

CHAITEN (1991-2004)		HORA UTC												ENERO		
Dirección (°)		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Total
Calma		48.9	40.9	22.8	9.4	4.8	2.8	4.1	2.8	4.1	4.6	4.6	6.2	11.3	17.4	12.4
N 350/010		12.8	11.1	4.8	5.5	3.0	3.2	4.8	5.1	6.0	4.1	4.1	7.8	6.7	13.0	6.4
NNE 20/30		2.9	2.5	1.6	0.5	0.9	0.5	0.9	0.2	0.2	0.2	0.9	0.7	0.9	1.8	1.0
NE 40/50		0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.3	0.1
ENE 60/70		0.3	1.2	1.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.3	0.3
E 80/100		1.3	0.7	0.9	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.3	0.3
ESE 110/120		2.2	0.7	2.3	2.1	0.7	0.5	0.5	0.5	0.2	0.7	0.2	0.5	0.3	0.8	0.8
SE 130/140		1.0	0.9	1.2	0.7	0.7	0.7	0.5	0.2	0.5	0.5	0.7	0.0	0.5	0.3	0.6
SSE 150/160		0.0	1.4	1.2	0.5	0.2	0.5	0.0	0.5	0.2	0.0	0.5	0.2	0.5	0.3	0.4
S 170/190		0.0	0.2	0.7	1.4	0.7	0.5	0.9	0.7	0.7	0.0	0.5	0.7	0.7	0.9	0.6
SSO 200/210		0.0	0.2	0.9	0.7	0.7	0.5	1.4	0.2	0.5	0.5	0.7	1.6	1.2	0.9	0.7
SO 220/230		0.0	0.0	0.5	0.7	0.7	0.9	0.5	0.2	0.9	1.2	0.9	1.4	0.9	0.6	0.7
OSO 240/250		0.0	0.7	1.6	3.5	2.3	2.8	1.8	3.5	3.5	3.9	3.5	2.5	3.7	3.2	2.6
O 260/280		2.9	3.0	11.1	20.7	24.7	18.4	21.0	20.0	18.7	18.7	17.5	15.2	10.9	4.1	15.2
ONO 290/300		3.2	10.6	24.0	28.8	37.3	43.8	38.5	34.8	34.1	33.6	25.8	25.6	22.0	13.3	27.5
NO 310/320		10.5	9.2	15.7	14.3	14.7	16.1	17.1	21.2	20.7	19.8	25.8	22.8	21.3	21.2	18.0
NNO 330/340		13.7	16.6	9.2	10.6	8.3	8.5	8.1	9.7	9.2	12.0	13.4	14.1	19.0	22.4	12.3
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Las tablas de distribución horaria muestran que predomina la dirección noroeste- sureste (solo varía el sentido de acuerdo a la época del año).

Distribución horaria (UTC) de frecuencias (%) de las distintas direcciones del viento.

ANEXO 4 - MARCO TEÓRICO ANÁLISIS DE RIESGOS

Amenaza, Riesgo y Vulnerabilidad

Muchos fenómenos naturales de origen geológico, hidrológico y atmosférico¹⁴, representan un peligro latente que bien puede considerarse como una amenaza para el desarrollo social y económico de una región o un país (Cardona, 1991).

El Riesgo ha sido definido en términos generales como “la existencia de una condición objetiva latente que: presagia o anuncia probables daños o pérdidas futuras; anuncia la posibilidad de ocurrencia de un evento considerado negativo (amenaza); y/o como un contexto que puede acarrear una reducción en las opciones de desarrollo pleno u óptimo de algún elemento de la estructura social y económica (vulnerabilidad). Como tal, la noción de riesgo puede aplicarse en contextos y campos de análisis variados y tener significados disímiles. Siempre implica una condición latente asociada con algún grado de incertidumbre dentro de las probabilidades que representa” (Cardona, 2002 y 2003, citado por Lavell, 2003 p.17)

En esta definición se incorporan los conceptos de amenaza y vulnerabilidad, los cuales se entienden en la actualidad, como los factores centrales cuya conjunción genera la condición de riesgo. De allí la expresión:

Riesgo = Amenaza * Vulnerabilidad

Cuando los factores de amenaza y vulnerabilidad se materializan en un momento y territorio definido el riesgo se convierte en desastre (Reyes L., 2008). En este sentido, el desastre es la expresión actual y presente del riesgo.

La **Amenaza** se define como “la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado”(Delgado, 2007) los cuales pueden clasificarse genéricamente, de acuerdo a su origen, como naturales, antropogénicos o socio-naturales (Lavell, 2003).

La **vulnerabilidad** representa un conjunto de características propias de los elementos expuestos a las amenazas, tales como la población, asentamientos humanos e infraestructura, que los hacen propensos a sufrir daños cuando son impactados por eventos físicos (Lavell, 2003). Se debe tener presente que la vulnerabilidad puede ser específica a cierto tipo de amenaza o conjunto de amenazas (Lavell, 2003), es decir, una localidad como Chaitén puede ser vulnerable ante un evento de origen volcánico como el que enfrenta en la actualidad, pero no presentar similar vulnerabilidad ante lluvias intensas.

Una definición más sencilla es: La capacidad de cambio que tiene un sistema ante las amenazas ambientales (Delgado, 2007).

Manejo del riesgo

Según Allan Lavell (1996) plantea que la gestión de riesgos es un proceso social y complejo que conduce al planeamiento y aplicación de políticas, estrategias, instrumentos y medidas orientadas a impedir, reducir, prever y controlar los efectos adversos de fenómenos peligrosos sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente. Sostiene que las acciones integradas de reducción

¹⁴ Tales como terremotos, erupciones volcánicas, movimientos en masa, maremotos, inundaciones, huracanes, etc.

de riesgos se logran a través de actividades de prevención, mitigación, preparación para, y atención de emergencias y recuperación post impacto.

Cardona (1991) plantea que el riesgo puede reducirse si se entiende como el resultado de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un evento, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, o factor interno de selectividad de la severidad de los efectos sobre dichos elementos. Medidas estructurales, como el desarrollo de obras de protección y la intervención de la vulnerabilidad de los elementos bajo riesgo, y medidas no estructurales, como la regulación de usos del suelo, la incorporación de aspectos preventivos en los presupuestos de inversión y la realización de preparativos para la atención de emergencias pueden reducir las consecuencias de un evento sobre una región o una población.

En este sentido, se puede entender que el manejo de riesgo incorpora distintos tipos de consideraciones orientadas a tomar acciones preventivas ya sea desde la planificación urbana o desde la implementación de infraestructura destinada a reducir la vulnerabilidad de la población frente a las amenazas del medio ambiente natural.

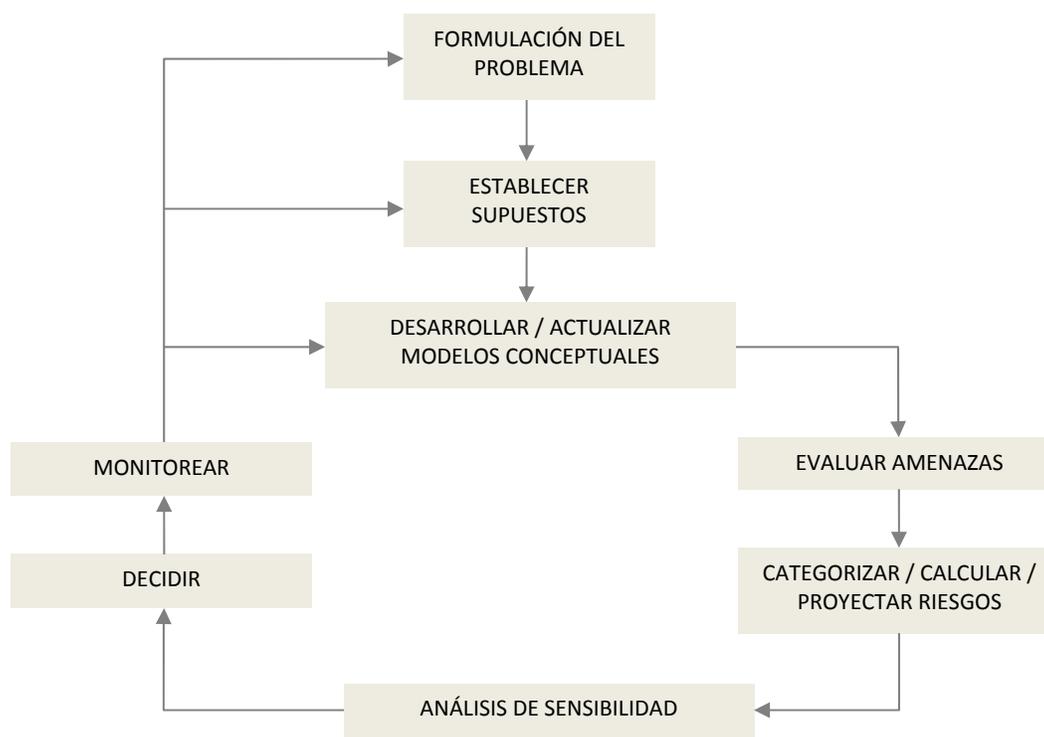
El ciclo de manejo del riesgo

El ciclo completo de manejo de riesgo incluye la formulación del problema, la identificación de amenazas, análisis de riesgo, análisis sensible, toma de decisiones, monitoreo, comunicación y actualización (Figura 1). La complementación del ciclo asegura que las ideas serán validadas y revisadas o bien reforzadas por medio de la acumulación del conocimiento, a fin de que las decisiones medioambientales mejoren con el tiempo (Burgman, 2005, p. 54), en este sentido resulta de extrema importancia el registro y disponibilidad de la información, y la realización de evaluaciones que contribuyan a enfrentar mejor situaciones futuras.

Dados los pasos del ciclo del manejo de riesgo, para la evaluación del riesgo de las alternativas de reconstrucción – relocalización de la ciudad de Chaitén, requieren mayor atención los siguientes pasos o fases:

El primer paso en el ciclo es la formulación del problema, en el cual se responde a las preguntas: ¿cuál es el ámbito del problema? y ¿qué es lo que necesitamos para saber cómo tomar una decisión? En este paso se establece el ámbito del problema, incluyendo los límites ecológicos, sociales, geográficos temporales y políticos, se identifican qué y quienes son afectados por las decisiones. En el caso de la comuna de Chaitén se establece el período de tiempo a partir del 2 de mayo de 2008, fecha en la que ocurrió la erupción del Volcán del mismo nombre. Los riesgos que serán objeto de análisis dentro en las distintas alternativas para la relocalización – reconstrucción de la ciudad son los determinados por el SERNAGEOMIN en el mapa de riesgos de la Provincia de Palena.

Figura 1: Ciclo de manejo del riesgo



Fuente: Elaboración propia en base a Burgman, 2005, p. 54

El segundo paso del ciclo pasa por definir la forma y el tipo de evaluación de riesgo. Diferentes enfoques implican diferentes supuestos y tienen diferentes requerimientos de datos y experiencia. Los contextos social y científico delimitan el tipo de evaluación de riesgo aceptable, mientras que el tiempo y los recursos disponibles definen el tipo de análisis y evaluación posible.

La fase del análisis de riesgo es quizás una de las etapas o pasos más importantes del ciclo, ya que se trata de la conversión de un análisis de amenazas a un análisis de riesgos, lo cual implica la identificación de la probabilidad de que una amenaza tenga efecto. En este sentido, Mark Burgman (2005) plantea que existen diferencias importantes y a veces arbitrarias entre las formas en las que los análisis son realizados; algunas veces son realizados por acuerdos o convenciones, otras por la naturaleza del problema y los tipos de datos disponibles.

En el caso de la evaluación de riesgos en las alternativas de relocalización – reconstrucción de la ciudad de Chaitén, existen distintos tipos de riesgos asociados a la erupción del volcán Chaitén por un lado, que conllevan el análisis de riesgos asociados a la presencia de las cenizas en el medio ambiente, y los riesgos naturales presentes en todo el entorno natural de la provincia de Palena que son identificados por el SERNAGEOMIN. En ambos casos, cabe mencionar, los riesgos presentan distintos tipos de datos y antecedentes, por lo que la metodología para evaluarlos debe ser pensada desde un enfoque holístico y sistémico.

Categorías de Riesgo

Las categorías de riesgo representan una de las formas más comunes de análisis de riesgo. Se trata de una evaluación cualitativa, que elabora estimaciones en base a la probabilidad de ocurrencia y

la magnitud de las consecuencias. Evita las demandas técnicas de los métodos cuantitativos, pero permite emplear información cuantitativa cuando está disponible. Entre las metodologías revisadas para la valoración de los riesgos, destaca la metodología de la NASA (1960 – 1970) en base a las “Tablas para evaluación de Riesgos” diseñadas para ayudar a los analistas a cuantificar y establecer categorías de riesgos con criterios conocidos y explícitos. El objetivo fue crear una evaluación de riesgos que fuera más confiable que aquellas conducidas de manera netamente subjetivas. La confiabilidad era evaluada por la replicabilidad de los valores de riesgo resultantes. (Burgman, 2005, p. 145)

La categorización de riesgos depende de un modelo conceptual amplio y de la finalización de una fase de identificación y evaluación de amenazas. Usualmente, la lista de amenazas y la descripción de sus consecuencias es el resultado de una lluvia de ideas no estructurada y del registro de eventos pasados. En el presente caso de estudio, la lista de procesos que constituyen amenazas para la población está definida por SERNAGEOMIN.

Determinación del Área de Riesgo

Dentro de la Planificación Territorial en Chile, el artículo 2.1.17 de la OGUC¹⁵ sobre estudios de riesgos, plantea que: “En los Instrumentos de Planificación Territorial que corresponda podrán definirse áreas de riesgo, cuando proceda y previo estudio específico, por constituir un peligro potencial para los asentamientos humanos”.

En este sentido este instrumento enfatiza la preservación de las vidas en los centros poblados como fin último de esta instancia de planificación. En párrafos siguientes se plantea que: “En dichas áreas de riesgo se determinarán zonas no edificables o de condiciones restringidas de edificación (...) Por zonas no edificables o restringidas se entenderán aquellas áreas del territorio en las cuales, por razones fundadas, se limite determinado tipo de construcciones y se establezcan los requisitos y condiciones que deberán cumplirse para su utilización (...) Considerándose en los requisitos y condiciones establecidos las correspondientes normas internacionales, definiendo así el área de riesgo.”

En el caso de la Comuna de Chaitén, no existe un Plan Regulador Comunal aprobado, ya que el instrumento se encontraba en la fase de aprobación cuando sucedió la erupción del Volcán Chaitén, por lo que las consideraciones técnicas para la definición de áreas de riesgo han cambiado radicalmente con posterioridad a este desastre.

Riesgos asociados a la presencia de cenizas volcánicas

Salud – implicaciones en infecciones respiratorias agudas (IRA)

En mayo de 2008, dos semanas después de la erupción del Volcán Chaitén, un grupo de científicos del Departamento de Geología la Universidad de Chile presentó un análisis de las cenizas del Volcán Chaitén. En el mismo plantean que si bien la erupción podría aún ser categorizada como una erupción moderada en términos geológicos, la gran cantidad de ceniza emitida en forma continua desde el cráter del volcán (que podría superar 1 km³), ya ha causado un impacto importante en la población y en el medio ambiente. (Vargas et al, 2008)

El estudio plantea que ya se han dejado sentir los efectos más evidentes de la acumulación de cenizas, como por ejemplo el relleno de los lechos de los ríos por la acumulación de cenizas, que

¹⁵ Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

ha causado la inundación de Chaitén. Sin embargo, el estudio plantea también que no se han esclarecido los posibles efectos que este material podría tener sobre la salud de las personas y animales. Aunque se han mencionado algunos aspectos nocivos asociados a la caída y acumulación de este material, la evaluación del riesgo para las personas y animales, así también como para el medioambiente en general, pasa por un conocimiento detallado del tamaño, composición química y mineralogía de las cenizas. (Vargas et al, 2008)

Luego de realizar el análisis de laboratorio de las cenizas del volcán Chaitén mediante técnicas de laboratorio de alta precisión, el estudio entrega los resultados de las muestras recogidas en la ciudad de Futaleufú, cuya ceniza tiene una composición riolítica, con valores de SiO_2^{16} de 73.3% en peso y de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) de 7.28% en peso, similar al único análisis realizado con anterioridad a la erupción. Esto muestra que existe una presencia importante de Sílice en las cenizas volcánicas de la erupción del Chaitén.

El tamaño de las partículas de ceniza varía desde $<2,5 \mu\text{m}$ hasta centenas de micrones (μm). El resultado del análisis muestra que un 30 % de las partículas presentan un tamaño inferior a los 15 μm , mientras que un 23 % es menor a los 10 μm (PM10). Partículas de fracciones menores a 4 μm representan un 12% de la muestra.

El análisis de laboratorio en las cenizas de otros eventos similares, como la explosión del Monte Pinatubo, reflejan que la composición de las cenizas que presentan una cantidad similar de material ceniza fina respirable, se constituyen en una amenaza para la salud humana (Dartevelle et al, 2002)

En el caso del volcán Chaitén, las partículas de ceniza corresponden principalmente a fragmentos esféricos y elongados de vidrio volcánico (SiO_2 fundamentalmente), cristales de cuarzo, albita, feldespato potásico y dickita (arcilla formada por descomposición del vidrio en presencia de agua), todos característicos de este tipo de erupciones. Sin embargo, los análisis confirmaron además la presencia de cristobalita, una especie cristalina de sílice en la fracción más fina de las cenizas ($\text{PM}_{2,5}$). El estudio menciona que la cristobalita pasa inadvertida en otro tipo de análisis debido a su pequeño tamaño y que la exposición prolongada a los cristales de cristobalita ha sido asociada a enfermedades pulmonares como la silicosis, y eventualmente a cáncer pulmonar; plantean que la *American Government Industrial Hygienists* considera como límite un valor promedio de 0,05 miligramos por metro cúbico durante 8 horas, de exposición a cristobalita fina en particular. Por esta razón, su ocurrencia es considerada como de alta relevancia por la comunidad científica y las autoridades sanitarias.

Por otra parte, el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) ha realizado un Estudio de la exposición a Sílice en Chile entre 2004 – 2005, en el cual realiza una sinopsis histórica de la Silicosis en el territorio chileno, la cual se asume como un problema social en el país a partir de la primera década del siglo XX con la irrupción de la gran minería en el norte del país. Plantea casos emblemáticos como el de la mina Potrerillos, en la que a partir de 1916 se empiezan a detectar numerosos casos de silicosis lo que obligó a las autoridades de salud y trabajo de la época a dictar la legislación que protegiera a los trabajadores, como es la ley N° 3.170 de 1916, que hace efectiva la doctrina del riesgo profesional.

El estudio realizado por el ISP se realizó durante una semana en todas las regiones por medio de evaluaciones ambientales a 132 empresas de rubros diferentes. Lo que significó un total de 364 muestras de aire (340 de carácter personal y 24 de carácter ambiental). El estudio realizado por el

¹⁶ Sílice

ISP analiza condiciones de exposición continua por parte de los trabajadores a una fuente de emisión generadora de este elemento, en el caso de la ceniza del volcán Chaitén se tienen exposiciones distintas en función de la ventilación y del carácter medio ambiental propio del lugar, lo que no permite hacer una relación directa entre los casos.

Sin embargo, existen antecedentes internacionales acerca del efecto que pudiese tener la ceniza sobre la salud humana, ya que el mismo es altamente dependiente del tamaño de las partículas, pues el material fino posee la capacidad de ingresar al sistema respiratorio con mayor facilidad que las partículas más gruesas. En general, partículas con diámetros mayores a los 15 μm no penetran en el sistema respiratorio y sus efectos en la salud se encuentran más bien relacionados con irritaciones oculares. Aquellas partículas entre 10 y 15 μm son retenidas en la parte alta del sistema respiratorio, causando irritación en la garganta y en las vías nasales. Partículas menores a los 10 μm pueden afectar los bronquios, pudiendo dar origen a enfermedades como bronquitis o asma. Por último, fracciones más finas que 4 μm son catalogadas como partículas respirables. Estas pueden penetrar en los alvéolos pulmonares, produciendo silicosis y en casos extremos cáncer, cuando la exposición es prolongada en el tiempo (Vargas et al, 2008).

En el mismo sentido, dos instituciones científicas Inglesas¹⁷ realizaron un estudio acerca de la caracterización mineralógica y geoquímica de las cenizas del volcán Chaitén y realizaron una evaluación acerca de los riesgos para la salud respiratoria, cuya última fecha de actualización fue el 23 de septiembre de 2008.

Para el estudio se realizó la toma de muestras en 7 lugares donde se constató la presencia de cenizas arrojadas por el volcán Chaitén, 6 de los cuales fueron realizadas en localidades de Argentina y 1 en Futaleufú, lo que se explica evidentemente por que la pluma del volcán, gracias a los vientos de la región, llevó las cenizas en esa dirección.

En cuanto al tamaño de las partículas, los resultados coinciden con los presentados por el estudio del Departamento de Geología de la Universidad de Chile, comparándola con la erupción del Monte Pinatubo, en 1991. Una de las principales conclusiones destaca que parece no haber correlación entre el tamaño de las partículas y la distancia del volcán.

Dentro de los futuros riesgos, el estudio plantea que las erupciones pueden continuar como en el presente, pero también está presente la posibilidad de que se cambie por una erupción relacionada con el domo, por lo que recomiendan fuertemente que se reevalúe el riesgo, en particular el relacionado al tamaño de las partículas y el contenido de sílice cristalina en las cenizas. También es posible que el volcán Chaitén progrese hacia una erupción más riolítica cataclísmica con una formación de caldera, lo que puede desencadenar el riesgo significativo de una caída de cenizas en las poblaciones incluso a distancias considerables. En este caso los científicos esperan que la ceniza presente partículas más finas debido al incremento de la explosividad de la erupción (Horwell, et al 2008, p. 27).

Finalmente, el estudio plantea que la ceniza de Chaitén es suficientemente fina como para tener el potencial para gatillar ataques de asma en personas susceptibles y agravar síntomas respiratorios en personas con problemas pulmonares crónicos. En términos de salud pública, el potencial para desarrollar problemas respiratorios de largo aliento depende principalmente de la cantidad de sílice cristalina en la ceniza y la porción de ceniza que puede ser fácilmente respirada en lo profundo de los pulmones. El estudio plantea que, tomando en cuenta los resultados del análisis y

¹⁷ Departamento de Ciencias de la Tierra del Instituto para la investigación de Amenazas y Riesgos de la Universidad de Durham y el Departamento de Geografía de la Universidad de Cambridge.

la experiencia adquirida acerca de volcanes en los últimos 25 años, los riesgos a la salud se mantienen bajos mientras que la actividad del volcán no genera la exposición repetida de la población a la ceniza. En caso de que las erupciones generen un ciclo que exponga de manera repetitiva a la población a niveles de ceniza elevados durante periodos de duraciones largas, en cuyo caso recomiendan un monitoreo cuidadoso de la exposición y composición de la ceniza para realizar una evaluación completa del riesgo. (Horwell, et al 2008, p. 28)

Suelos – pérdida de la capacidad absorción

Los efectos de la cenizas volcánicas en suelos del sur de Chile afectan principalmente la composición química de los suelos; cambiando significativamente en el Ph de los suelos, y muestran un alto contenido de aluminio, entre otros minerales (véanse Ramírez, 2002 y Torres, 1982). Otro de los principales efectos es la disminución de la capacidad de absorción de los suelos debida a la pérdida de la cobertura vegetal en los mismos, frutos de los procesos volcánicos (oleadas de ceniza incandescente, avalanchas volcánicas o flujos piroclásticos) que dejan el suelo descubierto de cobertura vegetal.

Al hacer un análisis más fino acerca del suelo, se puede ver que se trata de un sistema trifásico, dinámico y complejo, cuya variabilidad depende, en gran parte, del balance hídrico por una parte y de las interrelaciones suelo - agua – planta que son definidas o afectadas por los factores climáticos, precipitación y temperatura fundamentalmente. (Torres, 1982). Con estos antecedentes, se hace evidente que la sucesión de impactos por las cenizas en los distintos elementos del sistema, terminan por alterar significativamente los componentes del mismo, lo que se ve reflejado, en parte, en la pérdida de la capacidad de absorción y retención de los recursos hídricos que puede derivar en la procesos de remoción en masa y pérdida de nutrientes en los suelos.

En estudios realizados sobre el tema por la Universidad de Concepción, plantean que el impacto que la erupción del volcán Chaitén ha tenido en la agricultura ha sido dramático. A causa de la ceniza y el agua, el suelo se ha compactado, convirtiéndose en una verdadera capa de cemento en las zonas donde se depositó la ceniza, como es el caso de la ciudad de Chaitén. Esto ha dañado seriamente al suelo y tierra dedicada a la actividad agrícola, por lo que las plantas están afectadas significativamente y la recuperación del suelo tomará, al menos una década. (López-Escobar et al, 2008)

En cuanto a las características geológicas, el domo antiguo del volcán Chaitén, y probablemente también el actual, es muy rico en uranio y torio. Ambos elementos son radioactivos y el radón–222, cuya vida media es de 3,825 días, está presente en la serie de decaimiento natural tanto del ^{238}U como del ^{232}Th . El radón es un gas que puede contribuir a aumentar la intensidad de la radioactividad en lugares cubiertos por ceniza. El radón también afecta al sistema nervioso de los seres humanos y de los animales, aún cuando los animales son más sensibles. (López-Escobar et al, 2008)

Agua - alteraciones al ciclo hídrico

Según los estudios acerca de los efectos de las cenizas del volcán Chaitén, realizados por el Departamento de Geología de la Universidad de Chile, los efectos más evidentes de la acumulación de cenizas ya se han dejado sentir, como por ejemplo el relleno de los lechos de los ríos por la acumulación de cenizas ha causado la inundación de Chaitén. (Vargas et al, 2008)

Dentro de las características del marco hidrogeológico, en zonas de características volcánicas similares, como es el caso del volcán Popocatepetl, las capas o estratos depositados a lo largo de su historia eruptiva han formado un paquete a través del cual percolan las aguas. Los sistemas de flujo involucrados recargan, almacenan y descargan el agua a través de brotes, siempre existentes dentro de un edificio volcánico. En el caso del volcán Chaitén, el paquete de capas está conformado por secuencias alternas de toba volcánica, ceniza, piedra pómez y lava, con composiciones entre ácidas y básicas. En cierto punto, los flujos de lodo y los depósitos de avalanchas contribuyen a las secuencias; además las fallas y rajaduras permiten la percolación de agua y la difusión de gases.

La distribución de distintas capas y de flujos de aguas subterráneas da a cada manantial de agua distintos tipos de características físico – químicas; por lo tanto, la composición química, temperatura, PH y contenidos isotópicos pueden variar entre las aguas de distintas vertientes, dependiendo de la trayectoria de los flujos y el tiempo entre las secuencias volcánicas.

La concentración cambios en las especies químicas puede ser derivada de una interacción directa o difusa entre los gases volcánicos y los acuíferos o bien de la apertura de nuevos caminos para el agua y los gases, debido a la reactivación de la falla del sistema. Es probable que las fluctuaciones en la componente química en periodos cortos, como los observados en la concentración de cloruro, boro, y a veces fluoruro y sulfato, reflejen la interacción de gases magmáticos disponibles con agua o las nuevas superficies expuestas.

Las variaciones químicas del agua han jugado un rol significativo en la evaluación del peligro volcánico, ya que la información integrada de los sistemas de monitoreo han sido usados para la toma de decisiones dirigida a la protección de la población (Armienta et al, 2007).

Se estima que el material emitido por el volcán Chaitén podría afectar a la actividad pesquera por, al menos, dos años, ya que la caída de cenizas ha contaminado el agua marina en áreas de pesca tradicional y los pescadores artesanales del área han señalado que los peces han migrado hacia mar abierto (López-Escobar et al, 2008).

Atmosféricos

Las nubes de cenizas volcánicas son un peligro significativo para las aeronaves, involucran reacciones químicas y afectan el clima global. Erupciones volcánicas similares a la del volcán Chaitén (Monte Santa Helena, Washington 1980 y Pinatubo, 1991) provocaron un descenso de la temperatura a nivel mundial debido a la importante cantidad de sulfato arrojados a la estratósfera (Brasseur, 1992).

Entre otros antecedentes internacionales, se destaca el estudio que analiza muestras de ocho volcanes¹⁸ mediante espectroscopia fotoelectrónica de Rayos X¹⁹ combinada con la observación de un microscopio atómico, con el fin de identificar los componentes químicos de las cenizas y analizar su comportamiento en la transformación en gas – aerosol debido las altas temperaturas de la pluma de cenizas (Delmelle et al, 2007).

Dicho estudio destaca la importancia de la interacción gas/aerosol – cenizas en la modificación de las características de la superficie de las partículas de ceniza, las cuales tienen implicancias volcánicas, medioambientales y para la salud. La presencia de depósitos de flúor (F) muy poco

¹⁸ Etna, Hekla, Mt. St. Helens, Pinatubo, Redoubt, San Cristobal, Soufrière, Hills yTungurahua

¹⁹ X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)

solubles en las cenizas puede envenenar a animales de pastoreo y a los seres humanos (Delmelle et al, 2007). En este sentido, los principales efectos atmosféricos, dadas las características químicas de la ceniza y las altas temperaturas por las cuales se produce la gasificación de las mismas, están relacionados a cambios climáticos y de temperatura en el área de influencia del volcán. Por tratarse de fenómenos asociados a la ventilación del sector, los efectos atmosféricos también derivan en riesgos a la salud y bienestar de los seres vivos de la región en relación a los criterios descritos con anterioridad (Sílice – Silicosis)

ANEXO 5 - CARACTERIZACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES

Paisaje

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio y está constituido por un conjunto de interrelaciones entre factores ambientales que se aúnan en la percepción del entorno (Muñoz-Pedrerros, 2004). El paisaje, tal como se contempla en las consideraciones de valor paisajístico, tiene dos dimensiones; la del observador hacia el paisaje, y la del propio territorio, o sea, el valor intrínseco del paisaje existente y sus capacidades (Muñoz- Pedrerros, 2004). El paisaje, por ser una comprensión perceptual de la realidad existe en la medida que existan observadores y acceso a él.

Para evaluar los impactos sobre el paisaje, primero se deben definir las Unidades de Paisaje (UP), entendidas como divisiones espaciales del territorio, delimitadas en función de su homogeneidad. Cada UP posee características propias y representa componentes dominantes del ecosistema en particular la cubierta vegetal y la morfología del terreno (Muñoz- Pedrerros, 2004). Estos componentes serán delimitados en base a la imagen satelital LANDSAT 5 del 17 de noviembre de 2008 y cartografía del área.

Los elementos paisajísticos que componen las unidades estudiadas son:

- CI 1: Cuerpos de agua
- CI 2: Superficies sin vegetación. Incluye cauces de río, playa, zonas afectadas por ceniza volcánica y superficies áridas.
- CI 3: Pradera
- CI 4: Matorrales
- CI 5: Bosque
- CI 6: Humedales o Vegas
- CI 7: Sin Información

Para la presente evaluación se consideran dos atributos del paisaje: fragilidad y valor paisajístico.

a. Fragilidad del paisaje (VF)

La fragilidad del paisaje es la capacidad de respuesta de este frente a su uso. Con esto se establece su vulnerabilidad, o por el contrario, su capacidad de absorción visual. (Muñoz- Pedrerros, 2004)

Para evaluar la fragilidad se ponderan los factores biofísicos propuestos por Muñoz- Pedrerros para cada UP de las distintas alternativas. De estos se consideran: densidad de la vegetación, diversidad de estratos de la vegetación, altura de la vegetación, pendiente y orientación. Cada uno de los factores anteriores posee características propias con un valor asignado, tanto nominal como numérico (Muñoz- Pedrerros, 2004).

Tabla 40. Criterios para evaluar la fragilidad del paisaje

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR		FORMA DE OBTENCIÓN	VALOR FINAL VF
Densidad de Vegetación	67-100% suelo cubierto	Bajo	1	Fragtats $(x(m2)*100)/ m2$ totales alternativa $x= \sum m2$ de vegetación $\sum CI3+CI4+CI5+ CI6$	Percentage of land $PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$
	34-67% suelo cubierto	Medio	2		
	0-34% suelo cubierto	Alto	3		
Diversidad de Estrato	> 3 estratos de vegetación	Bajo	1	Fragtats $\sum N^{\circ}$ Clases vegetales presentes en alternativas	$\sum N^{\circ}$ parches vegetacionales
	≥ 3 estratos de vegetación >1	Medio	2		
	1 estrato vegetal dominante	Alto	3		
Altura de la Vegetación	≥ 3 estratos de vegetación	Bajo	1	Fragtats Mayor presencia entre $\sum ha$ CI5, $\sum ha$ CI4, $\sum ha$ CI2+CI3+CI6	Comparación entre $\sum m2$ de altura, $\sum m2$ mediano, $\sum m2$ bajos (CA)
	≥ 3 estratos de vegetación >1	Medio	2		
	1 estrato vegetal dominante	Alto	3		
Pendiente	0-25% pendiente promedio	Bajo	1	Arcview Mayor porcentaje entre ($\sum m2$ pendiente 1,2,3/ m2 totales alternativa)*100	
	25-55% pendiente promedio	Medio	2		
	> 55% pendiente promedio	Alto	3		
Orientación del Paisaje	Exposición Sur / Este	Bajo	1	Arcview Interpretación de imagen Landsat + curvas de nivel por alternativa	
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio	2		
	Exposición Norte/ Oeste	Alto	3		

\sum Factores/Nº Factores
1 Bajo
2 Medio
3 Alto

Fuente: Elaboración propia Serex en base a Muñoz-Pedrerros, 2004

Para obtener el VF final se deben sumar los resultados de cada uno de los factores y dividir por la cantidad de factores evaluados.

De esto se obtienen valores que van del 1 al 3. Estos se ingresaran a la matriz de alternativas de la EAE y su valor nominal será Alta para la fragilidad con valor entre 2.1 y 3, Moderada para valores entre 1.1 y 2 y Baja para los valores que van entre 0 y 1.

b. Valor paisajístico (VP)

El valor paisajístico es la clasificación de la riqueza de una Unidad de Paisaje. Para su medición existen una serie de métodos que poseen características muy distintas en cuanto a grados de subjetividad y formas de obtención de la información.

Para el presente estudio se evaluará el paisaje en función de su diversidad paisajística, es decir, por la cantidad de elementos paisajísticos presentes y su continuidad. Esta evaluación se basará en estudio de imágenes satelitales, del registro fotográfico obtenido en visitas a los terrenos y la cartografía existente en Arcview.

La clasificación se realizará tomando en cuenta la siguiente matriz:

Tabla 41. Criterios para evaluar la calidad del paisaje (VP)

FACTOR	CARACTERISTICA	VALOR	FORMA DE OBTENCIÓN	VALOR FINAL VP
DIVERSIDAD (DI)	Nº Clases presentes por alternativa	Rango 1 a 6	Fragtats Patch richness (PR), donde $PR=m$ y $m= n^{\circ}$ de clases presentes en el paisaje	Σ Factores/Nº Factores ≤ 2 Bajo $2 < \text{Medio} < 5$ ≥ 5 Alto
UNIDADES SINGULARES (US)	Presencia de playa o humedal por alternativa	Ponderado según nº UP presentes	US= $DI / 2$ Arcview	
ORIENTACION (OR)	Exposición Sur / Este	Alto 6	Arcview	
	Exposición Sureste / Noroeste	Medio 4	Interpretación de imagen Landsat + curvas de nivel por alternativa	
	Exposición Norte/ Oeste	Bajo 1		

Fuente: Elaboración propia Serex

Esta matriz proporciona valores para luego evaluar la capacidad de uso, en términos de paisaje, de cada alternativa.

La propuesta de Muñoz-Pedrerros (2004) para relacionar VF y VP sigue la siguiente matriz:

Tabla 42. Criterios de Muñoz-Pedrerros para estimar capacidad de uso

CLASE	CALIDAD	FRAGILIDAD	USO PROPUESTO
1	Alta	Alta	Conservación
2	Alta	Media	Turismo/ Recreación de bajo impacto
3	Alta	Baja	Turismo/ Recreación
4	Media	Alta/Media	Estudiar más profundamente para incorporar a 2 o 1
5	Baja	Alta/Media	Estudiar más profundamente para incorporar a 6
6	Baja	Baja	Localización de actividades de alto impacto visual

Fuente: Muñoz-Pedrerros, 2004

Biodiversidad

Un factor muy importante a evaluar es la potencial afectación de la biodiversidad nativa, ya que esta zona se caracteriza por una alta diversidad y riqueza de especies, incluyendo un alto número de endemismos, tanto en vegetales como animales.

La diversidad biológica o biodiversidad se refiere a la variedad y variabilidad de la vida, la cual se puede medir en los diferentes niveles en los cuales ésta se organiza: nivel genético, población-especie, comunidad-ecosistema y nivel de paisaje regional (Noss 1990).

Normalmente la biodiversidad de un área se evalúa en tres aspectos que incluyen su composición, estructura y función (Noss 1990). La composición se refiere a los elementos que constituyen la biodiversidad como sus genes, poblaciones/especies, tipos de comunidades y paisajes. Este nivel

es el que permite generar listas de especies o de formaciones vegetales por ejemplo, y es el nivel más conocido de la biodiversidad.

El atributo estructural se refiere a la constitución y disposición física de los elementos en cada nivel de organización. Por ejemplo, el aislamiento térmico está determinado por diferentes estructuras en los diferentes tipos de organismos (e.g. pelos, plumas, setas en insectos), lo cual corresponde al nivel de especie. A nivel ecosistémico ocurren variaciones fisionómicas como diferencias entre borde e interior de bosque, o entre los estratos verticales de un bosque.

El atributo funcional se refiere a la variedad de los procesos biológicos o biogeoquímicos (e.g. respiración, fotosíntesis, fijación de nitrógeno, etc.), así como a las distintas maneras en que estos procesos ocurren (Noss 1990).

Para el estudio de las alternativas de reconstrucción/relocalización de Chaitén se evaluará la biodiversidad a nivel de paisaje, ya que se ha demostrado que los principales efectos de la urbanización sobre la biodiversidad son la fragmentación del paisaje y la disminución de hábitat disponibles para las distintas especies (Forman, 1995; Grez et al., 2006; Pauchard et al., 2006). A causa de estos dos impactos directos ocurre la disminución o desaparición local de poblaciones, que en aquellos casos en que las especies afectadas son endémicas y tienen un pequeño rango de distribución puede ocasionar su extinción.

Para poder desarrollar el análisis de biodiversidad se trabajó con la imagen LANDSAT 5 del 17 de noviembre de 2008, para obtener una serie de indicadores que ayudaran a conocer las condiciones de cada alternativa. La imagen LANDSAT se trabajó en el programa Arc View 3.2 y en el programa FRAGSTATS en donde se obtuvieron las siguientes métricas para la medición de diversidad y conectividad a nivel de paisaje: Riqueza de parches (Índice de Diversidad de Shannon), Densidad de riqueza de parches (DRP), Cobertura de vegetación (% de cobertura) e Índice de Cohesión (IC).

Geología y Geomorfología

Para este análisis se consideran las características topográficas del terreno, ya que definen su mayor o menor fragilidad frente a la urbanización (Gómez M. y López P., 1997). Por ello se evalúa el potencial impacto de cada alternativa sobre las formas, pendientes, extensión, altitud, desniveles y orientación del terreno (Gómez M. y López P., 1997).

a. Cambios en las geoformas

Al urbanizar, muchas veces se debe actuar sobre geoformas reconocidas en el lugar, como ríos, mesetas, dunas, etc. Para reconocer el carácter, la magnitud, alcances espaciales y reversibilidad, se realizará un análisis supervisado de la imagen satelital correspondiente a cada alternativa.

b. Formas del terreno (altitud, pendiente, exposición, rugosidad)

Se deben evaluar además los cambios posibles a las características topográficas de los terrenos seleccionados que se relacionan muy estrechamente con valores escénicos y con la seguridad con respecto a riesgos naturales (Gómez M. y López P., 1997). Sin embargo, dada la importancia de los riesgos naturales en el caso de Chaitén, éstos serán evaluados mediante una metodología específica. Para la EAE sólo se considerará la magnitud de los cambios en términos de su reversibilidad o afectación del sistema natural.

Hidrología

a. Superficial

Incluye los cuerpos de agua dulce y salada. En este caso son evaluados en términos de la potencial afectación del caudal, modificación del curso de ríos y esteros, modificación de las riberas y cambios en las características físico-químicas del agua. En el caso de las aguas costeras, lagunas y humedales los parámetros importantes serán los referidos a la calidad de las aguas. Los potenciales impactos se estiman basados en la cercanía y perímetro de exposición (Gómez M. y López P., 1997).

b. Subterránea

Este factor ambiental incluye la presencia de napas, fuentes termales y fuentes de agua potable, y los potenciales impactos producto de la urbanización.

c. Cambios en el ciclo hídrico

Este factor será evaluado en la fase avanzada, ya que no permite diferenciar las alternativas en la evaluación temprana. El objetivo es determinar la influencia de la urbanización sobre el funcionamiento del ciclo y el grado de discontinuidad o nueva continuidad que se podría generar en temas como absorción de lluvias, drenaje, y escurrimiento de las aguas lluvia.

Suelos y Edafología

El impacto que se produce en el suelo en la implementación de planes como este tiene que ver con la permeabilidad de los suelos, su dureza, estabilidad, resistencia a erosión, etc., y la magnitud de este impacto dependerá de las cualidades del área seleccionada (Gómez M. y López P., 1997). Para la evaluación de este factor ambiental se requieren estudios de suelo que no están disponibles para todas las localizaciones alternativas, por tanto se evalúa en términos de la potencial afectación debido a la pendiente y capacidad de uso del suelo.

ANEXO 6 - SUPUESTOS PARA EVALUACIÓN DE COSTOS DE URBANIZACIÓN

Tabla 43. Costos de Actividades Varias en UF

COSTO	ITEM
0,085	Escarpe por M3 depositado mismo terreno
0,170	Excavación por M3 compensado con Terraplén
0,340	Relleno por M3 con material empréstito
815,988	costo puente hormigón armado

Tabla 44. Costos de Pavimentos en UF

COSTO	ITEM
1,294	Costo por M2 pavimentado Hgon 18cm
1,286	Costo por M2 pavimentado asfalto 10cm
1,273	Costo por M2 pavimento asfalto 6cm
0,643	Costo por M2 de Pavimento Asfáltico 5 cm
0,801	Pavimentación por M2 asfalto 5cm
1,180	Costo por M2 pavimentado (55%)ASF 5cm-(45%)HGON 18cm
0,722	Costo por M2 de Asfalto 5cm
1,698	Costo por M2 asfalto e= 9cm
1,161	Costo por M2 de Asfalto e=11

Gráfico 1. Costos de Pavimentación

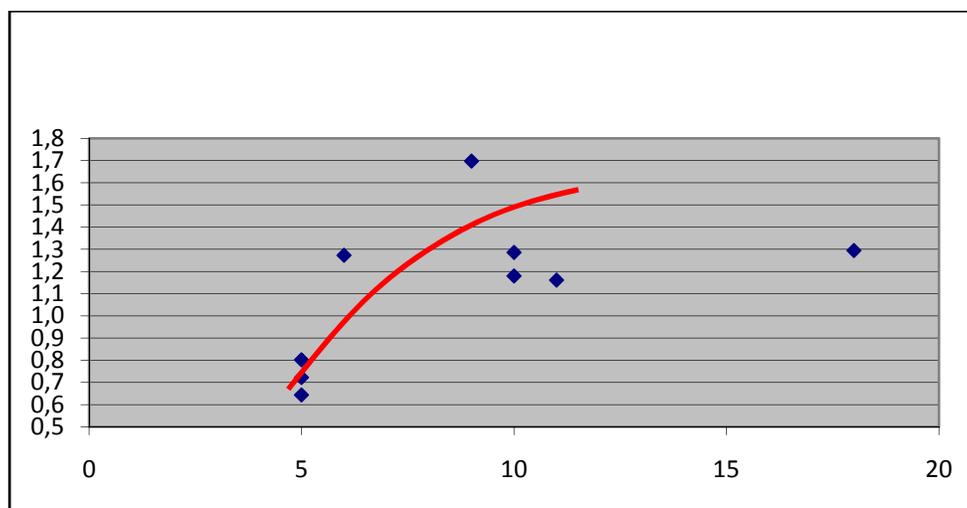


Tabla 45. Costos Colector de Aguas Lluvias en UF

COSTO	ITEM
3,976	Costo por ML colector A. LL.
6,344	Costo por ML de colector A.LL.
2,419	Aguas lluvia por ML de colector
3,106	Costo por ML de colector A.LL.

13,676	Costo por ML de Colector
2,548	Costo por ML de Colector A.LL.

Grafico 2. Costos Colector de Aguas Lluvias

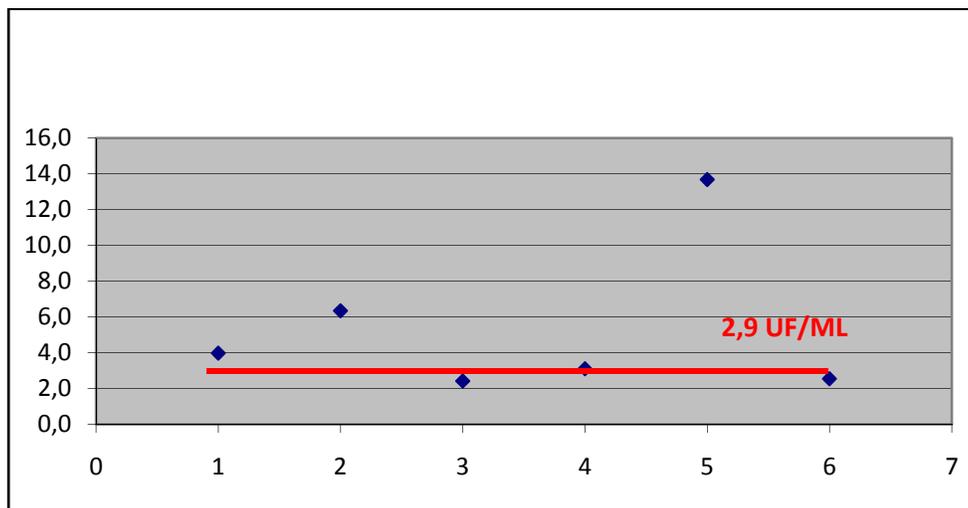


Tabla 46. Costos Matriz de Agua Potable en UF

COSTO	ITEM
2,240	Costo por ML de Matriz, inc arranque
2,924	Costo por ML de Matriz de agua inc. Arranques
0,936	Costo por ML de Matriz AP
1,322	Agua Potable por ML de matriz, inc Arr
2,037	Costo por ML de tubería Agua potable inc. Arranques
1,773	Costo por ML de Matriz; inc. Arranques
1,339	Costo por ML Matriz, inc. Arranques casa
1,658	Costo por ML Matriz inc. Arr

Grafico 3. Costos matriz de Agua Potable, con arranque

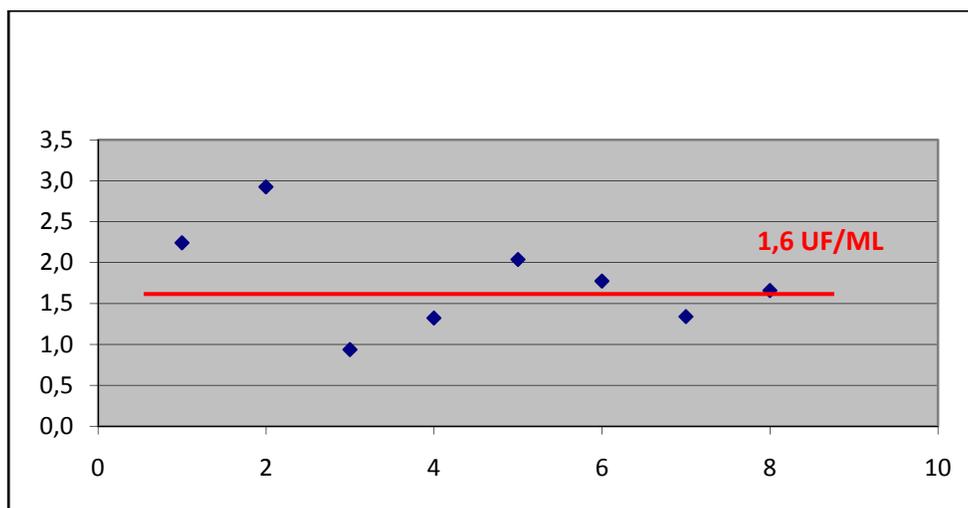


Tabla 47. Costos Colector de Alcantarillado en UF

COSTO	ITEM
2,434	Costo por ML colector inc. UD
3,097	Costo por ML colector Alc., inc. UD
2,683	Costo por ML de Colector Alcantarillado
1,103	Alcantarillado por ML de tubería, inc UD
1,910	Costo por ML de tubería Alc. inc UD
2,048	Costo por ML de tubería Alc., inc. UD
1,367	Costo por ML de Alc., inc UD casas
1,242	Costo por ML colector Alc. inc. UD

Gráfico 4. Costos Colector de Alcantarillado, con UD

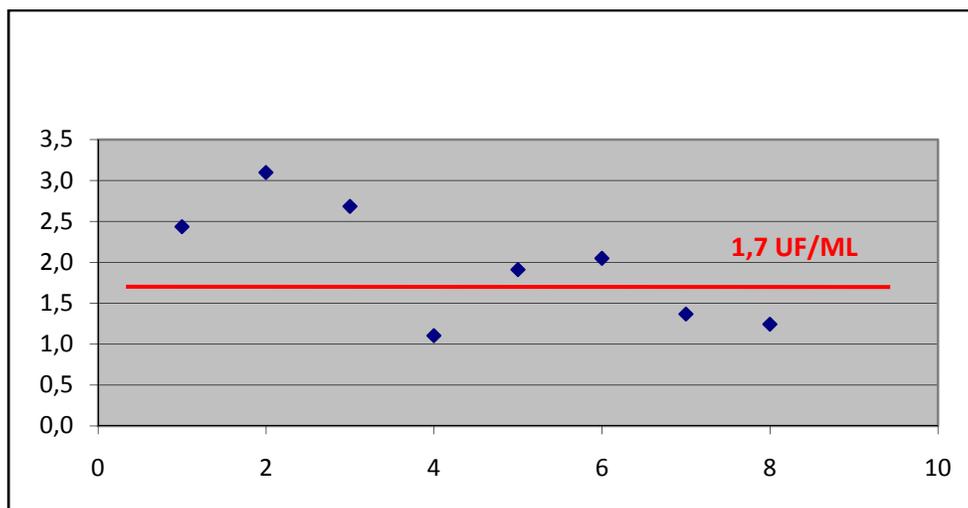


Tabla 48. Costos de Postación Eléctrica

COSTO	ITEM
0,442	Postes por ML de calle, cada 30 MT
0,583	Postes por ML de calle, cada 30 MT

PENDIENTES

Afecta a las siguientes partidas, en la cubicación y/o en los rendimientos:

- Escarpe
- Excavación
- Bases
- Estabilizadas
- Pavimentos
- Soleras

Tabla 49. Aumento de superficie por pendiente longitudinal

PENDIENTE	AUMENTO	
5%	0,12%	0,0%
10%	0,50%	
15%	1,12%	1,3%
20%	1,98%	
25%	3,08%	2,2%
30%	4,40%	

Grafico 5. Aumento de superficie por pendiente

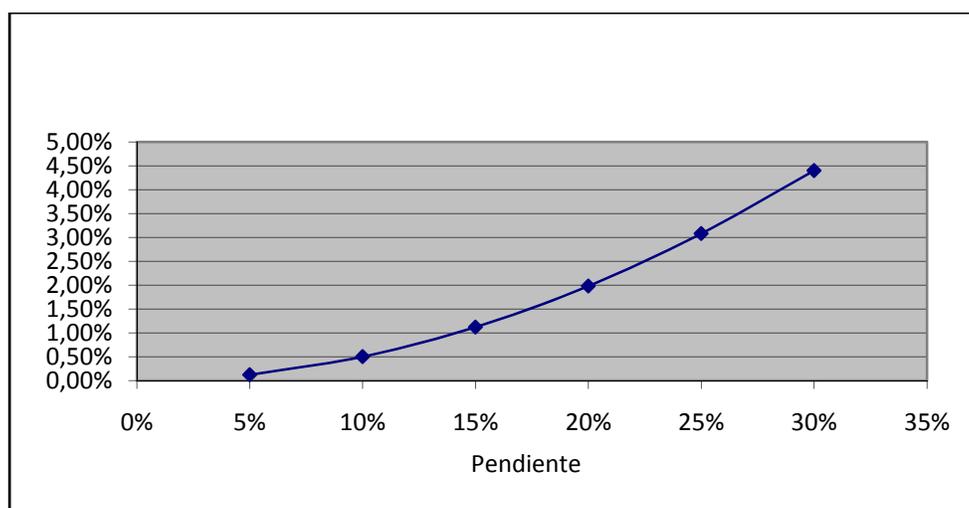
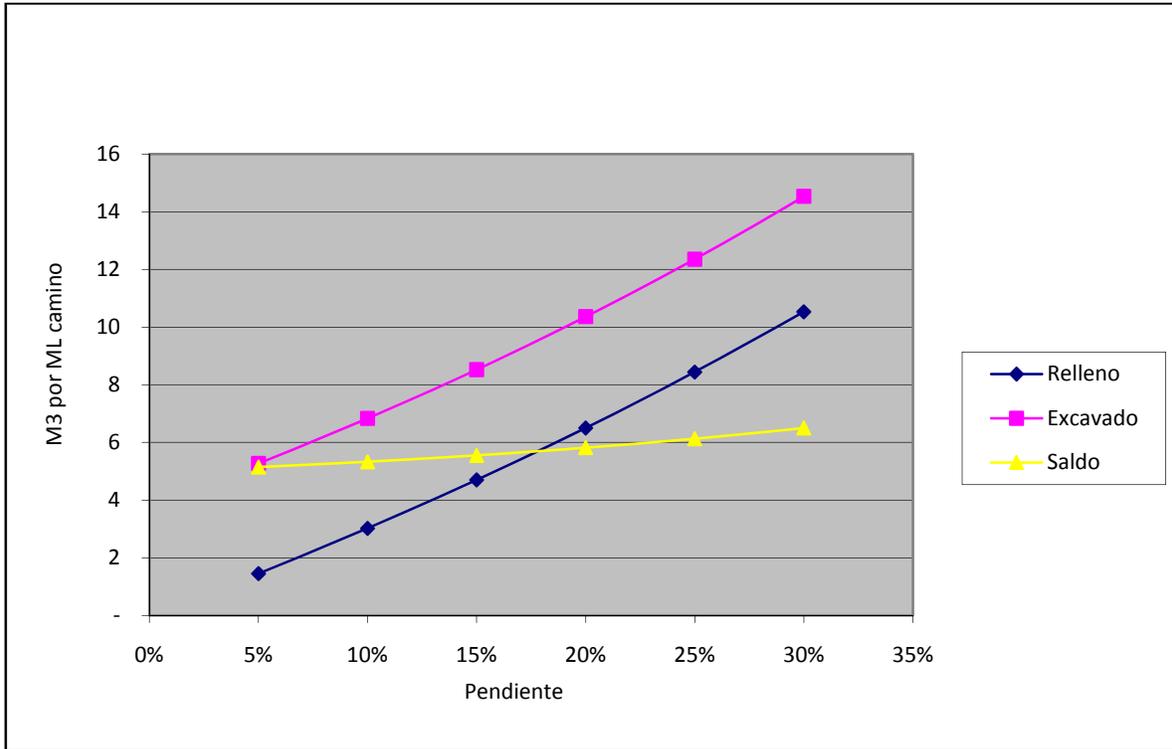


Tabla 50. Pendiente trasnversal

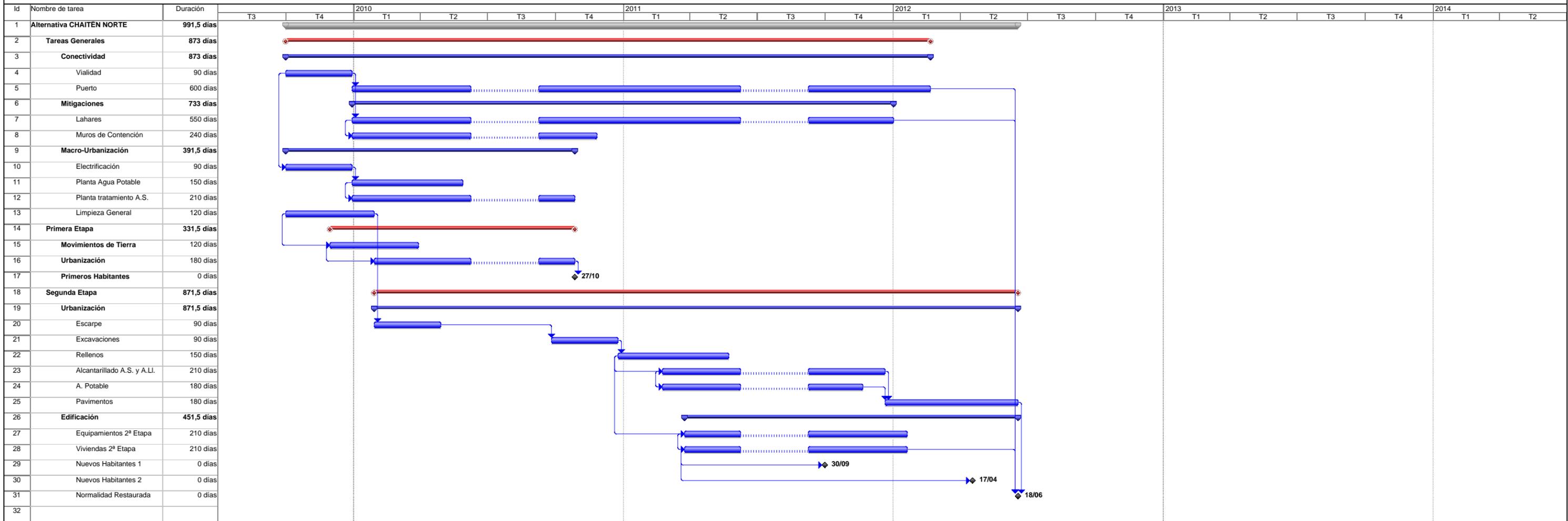
Pendiente Transversal						M3 por cada ML de calle		
Pendiente	Relleno	R-Esponj	Excavado	Exc-Esponj	Saldo	R	E	S
5%	1,45	1,71	5,27	6,85	5,15	2,3	6,1	3,8
10%	3,02	3,55	6,83	8,88	5,33			
15%	4,70	5,53	8,52	11,08	5,55	5,6	9,5	3,9
20%	6,50	7,65	10,36	13,47	5,82			
25%	8,44	9,93	12,35	16,06	6,13	9,5	13,5	4,0
30%	10,53	12,39	14,53	18,89	6,50			

Grafico 6. Movimiento de tierra por efecto pendiente transversal

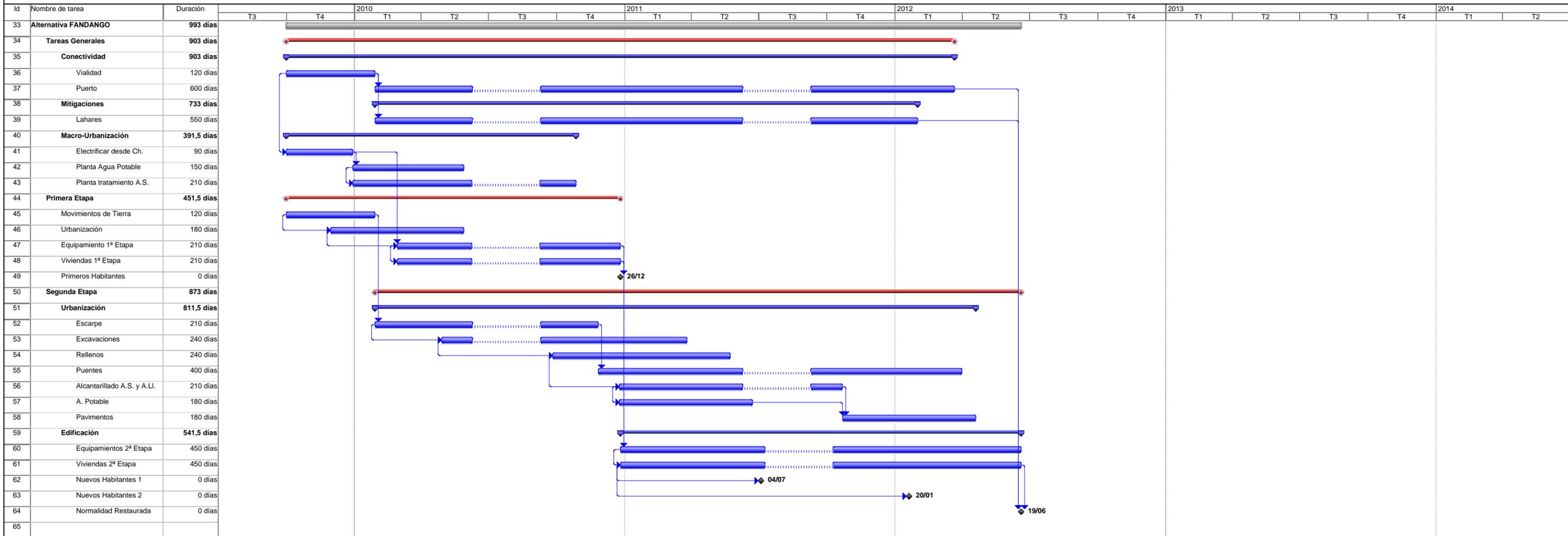


ANEXO 7 - CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE CHAITÉN

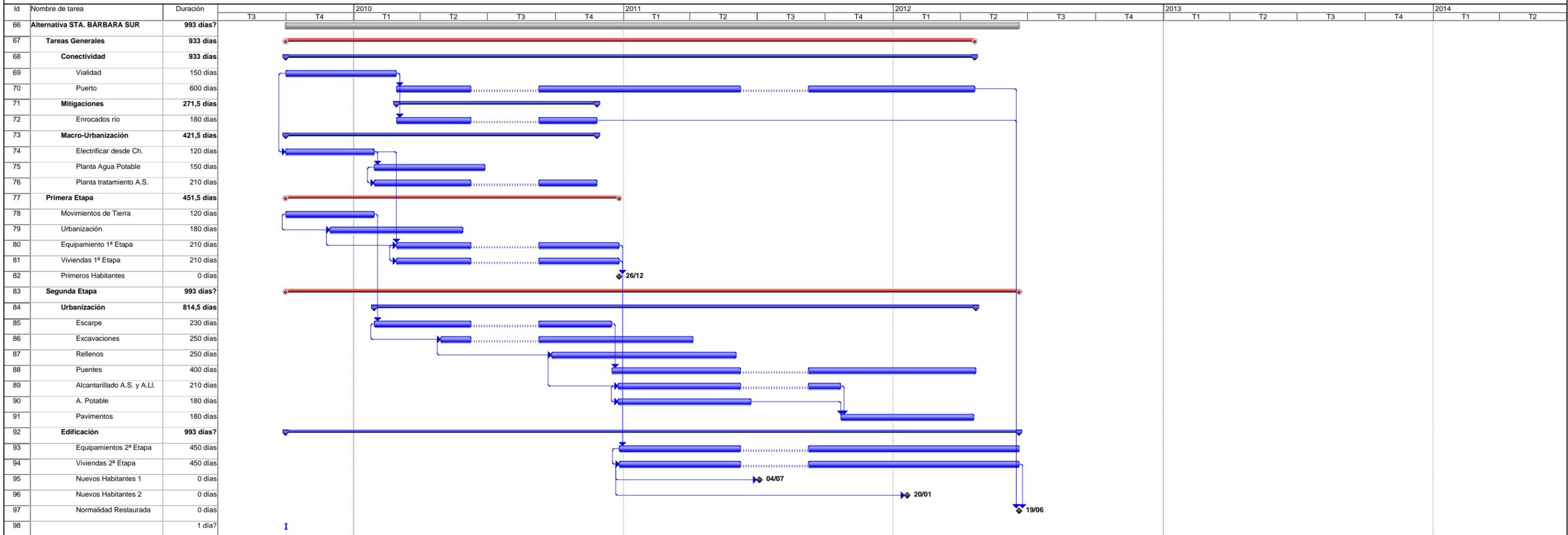
CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN CHAITEN



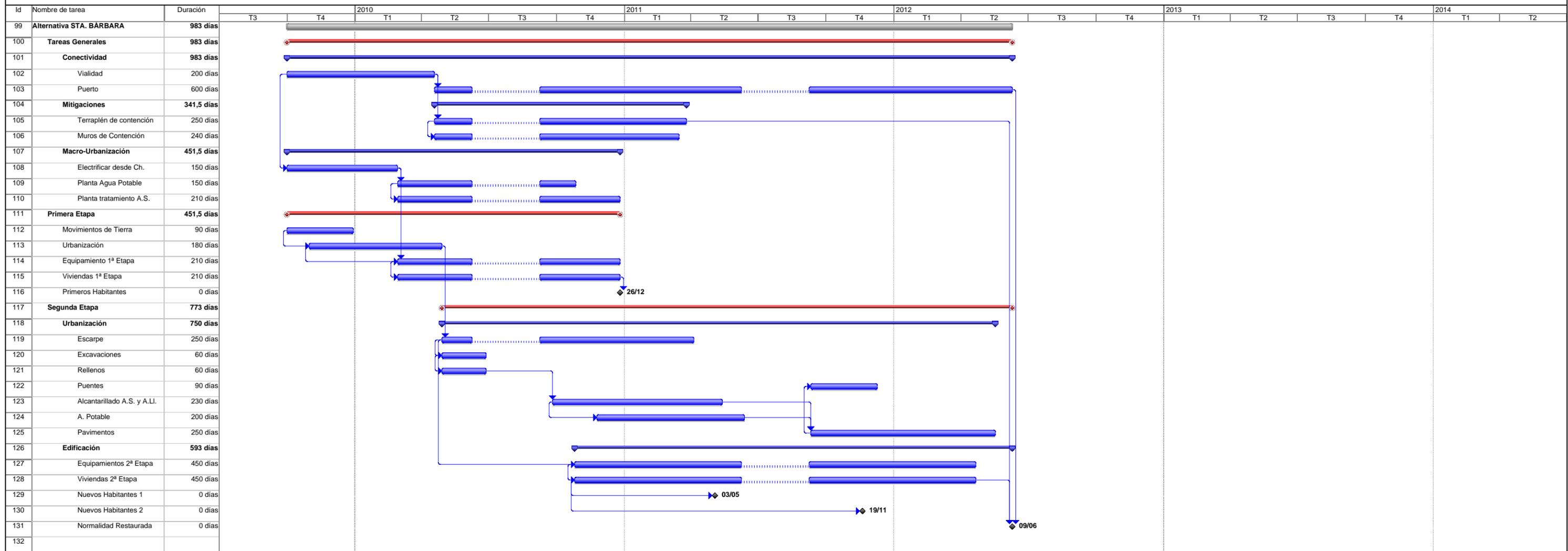
CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN CHAITEN



CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN CHAITEN



CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN CHAITEN



CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN CHAITEN

