



Proyecto Ciudad
CHAITÉN

Anexos

8

8.1

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA DE SANTA BÁRBARA

Paola Méndez

Análisis de la Situación Energética de Santa Bárbara

Enero del 2010

Versión final

Mandante:

División de Estudios Urbanos, MINVU

Elaboración

Paola Méndez

Consultora independiente

Email: pmendez@gmx.net

Resumen Ejecutivo

El estudio “Análisis de la Situación Energética de Santa Bárbara” presenta un análisis preliminar de la demanda energética de Santa Bárbara y las posibles opciones de generación energética para ésta, teniendo como objetivo generar una ciudad nueva “cero emisiones”, que permita transformar a Santa Bárbara en un polo de atracción para el turismo “eco”.

La localidad de Santa Bárbara se encuentra ubicada a 12 kilómetros de la ciudad de Chaitén a través de la ruta 7. El clima en la zona es Sur Extremo de acuerdo a la clasificación de la Norma Nch 1079, y se caracteriza por ser una zona fría con una alta cantidad de precipitaciones durante todo el año. De acuerdo a los datos preliminares de clima, la temperatura media anual en la zona es de 10°C por lo que se prevé la necesidad de calefacción en esta zona durante prácticamente todo el año.

En la primera parte del estudio se realizó una estimación de la demanda energética para Santa Bárbara. La metodología utilizada se basó en información disponible desde distintas fuentes (MINVU, CNE, MOP, INE) que permitieran estimar niveles de demanda, considerando un escenario de alta eficiencia energética.

Este escenario de alta eficiencia es clave para reducir las necesidades energéticas y por ende las inversiones requeridas para cubrir la demanda energética. Es además, la forma más costo-efectiva para minimizar los impactos al medioambiente derivados del consumo energético. La incorporación de altos estándares de eficiencia en cada uno de los puntos de la planificación de la ciudad, es fundamental.

En el caso de la localidad de Santa Bárbara actual la demanda energética es en parte satisfecha a través de generadores diesel que utilizan recursos energéticos fósiles, los cuales no sólo están relacionados a efectos adversos al clima global del planeta - y por ende no son sustentables - sino que además son un recurso fósil no local y que debe ser transportado a la zona para su utilización, con los costos económicos y sociales de vulnerabilidad y disponibilidad respectivos.

Por esto, los análisis costo/beneficio de tener altos niveles de eficiencia deben considerar no sólo los beneficios económicos por reducción de las instalaciones energéticas requeridas sino también los beneficios económicos para los habitantes de reducir sus gastos operacionales y los beneficios medioambientales ligados al ahorro de energía, permitiendo tomar en cuenta aspectos de vulnerabilidad – económica y energética de la zona.

Para el análisis de la demanda, se consideraron los datos presentados por el estudio de la Universidad Católica y la Universidad Austral de Chile en términos de población esperada y de superficies estimadas según tipo de edificación. Todo esto con el fin de determinar según tipo de necesidad (eléctrica o térmica) y según tipo de uso (vivienda, productiva, uso público) una demanda energética aproximada.

Para las demandas energéticas a nivel residencial se analizaron las necesidades de calefacción, iluminación, agua caliente sanitaria y de uso de equipamiento en el hogar.

Las necesidades de calefacción en un escenario eficiente se estimaron en 15.750.000 kWh/año, dada una demanda de energía en calefacción para las viviendas de 90 kWh/m²-año. Esto implicaría la utilización de estándares mucho mayores que los definidos hoy día por la reglamentación térmica en la zona de Chaitén, clasificada como Zona 6.

Es esta demanda la que representa el mayor consumo energético de carácter térmico a nivel global para la Nueva Santa Bárbara.

El consumo eléctrico – para iluminación y utilización de artefactos eléctricos del hogar - fue estimado considerando valores promedios de consumo por hogar de 109 kWh/mes, con un total de 2.307.900 kWh/año. Estos cálculos también suponen un escenario de alta eficiencia, tanto en equipos (artefactos y tipo de luminarias) como en la utilización de iluminación natural. Este factor de eficiencia vendrá muy ligado al diseño de las viviendas a emplazar en Santa Bárbara.

Para el cálculo de demanda de energía para generación de agua caliente, se utilizaron mecanismos simplificados de cálculo. Considerando 35 litros de agua caliente por persona al día, y una temperatura requerida de 55 °C se estimó una demanda de 4.550.326 kWh/año. Estos valores deben ser estimados de manera más precisa y considerando los cambios en las conductas de consumo de agua caliente, según el tipo de clima, de lo cual no existe mucha información a nivel nacional. Son por ende datos referenciales para establecer un primer acercamiento a una demanda energética total.

En el contexto de las necesidades energéticas a nivel de hogar, es necesario considerar las necesidades de energía para cocción de alimentos que no fueron estimadas por falta de información, sin embargo se asume un sistema tradicional de cocina a leña, que debe recibir una atención especial por implicar no solo cambios tecnológicos sino también conductuales.

Este punto, en el caso del sur de Chile, es un punto que tiene un contexto social y cultural importante pues, el sistema de vida se basa en un sistema de cocinas que provee calor al resto de la vivienda, y donde la cocina como espacio tiene un lugar muy importante en la vivienda.

En el caso de las necesidades energéticas para edificios de uso público, se consideraron necesidades de calefacción, iluminación, ACS y equipamiento.

En el caso de las necesidades de calefacción, si bien no existe una normativa térmica que limite la demanda o defina las características de los materiales, es imperativo limitar la cantidad de energía a demandar por cada uno de los edificios y que se incluya en el análisis – a pesar de lo frío del clima – posibles problemas de sobrecalentamiento. Para hacer el cálculo de la demanda de energía en calefacción se utilizó como referencia la certificación puesta en marcha en edificios públicos por el MOP de la Región de los Lagos¹ y se utilizó como referencia una demanda máxima de calefacción de 30 kWh/m²-año para todos los edificios con excepción del hospital. Esto equivale a una clasificación B, de acuerdo a la clasificación del

¹ Contacto: Selba Hermosilla Marin, Jefe proyectos MOP Los lagos.

MOP, la cual debería ser incorporada como mecanismo para certificar las demandas definidas como límites en el proyecto. Así, la demanda térmica por concepto de calefacción para edificios públicos se estimó en 386.160 kWh/año.

En el caso del hospital proyectado, se tomó como referencia valores estimados gracias a datos de estudios en desarrollo del Programa País Eficiencia Energética, pues los hospitales dependiendo del grado de complejidad tienen consumos que no siguen la misma caracterización de otros edificios. Para el caso de Santa Bárbara se considera un hospital de 100 camas – de mediana complejidad - con una demanda de 280.000 kWh/año. Esta demanda además incluye la demanda por agua caliente sanitaria.

La demanda de agua caliente sanitaria, para el resto de los edificios, tomando valores referenciales españoles por tipo de edificio, se estimó en 60.102 kWh/año.

Para el cálculo de la demanda eléctrica, se consideró como valor promedio una demanda de energía para iluminación y de equipos de 30 kWh/m²-año en edificios eficientes. En el caso de los hospitales nuevamente se marca una diferencia, considerando 100 kWh/m² año, pues hospitales de mediana complejidad requieren de sistemas de refrigeración y tienen una caracterización distinta al resto de los edificios.

Todo esto implica una demanda eléctrica total de los edificios públicos de 526.160 kWh/año.

Para estimar la demanda eléctrica por alumbrado público se utilizaron datos provenientes del estudio de la Comisión Nacional De Energía², donde se realiza un catastro de los tipos de luminarias del alumbrado público en Chile y se utilizan los valores medios resultantes de este estudio. Se considera entonces 65 kWh/año – habitante, por lo que Santa Bárbara tendría una demanda eléctrica por alumbrado público de 455.000 kWh/año, valor que no tiene incorporado ningún factor de eficiencia energética.

Estos tres puntos son los más relevantes al analizar la demanda pues en términos productivos no existen industrias ni actividades económicas de gran demanda energética que deban ser consideradas. Se asumió de todas maneras una demanda energética mínima a abastecer proveniente de hostales futuros en la zona equivalente a 173.965 kWh/año.

En el punto 4 del estudio se analiza el sistema eléctrico de la zona, a fin de establecer las opciones energéticas más plausibles en el contexto de Santa Bárbara.

Chaitén distante a 12 km de Santa Bárbara está inmerso en el Sistema eléctrico de Palena. Esta zona es de concesión de la empresa Edelayen, empresa distribuidora que entrega energía eléctrica a través de una red local de media tensión que conecta además a Futaleufú, Palena y otras ciudades en las regiones de Los Lagos y Aysén.

La potencia instalada de este sistema - a diciembre del 2008 – es de 2 MW y la electricidad generada en ese año fue cercana a los 6.100 MWh.

El sistema de Palena, basa gran parte de su energía en energía hidráulica, proveniente de la central Río Azul, lo que le permite contar con energía limpia y a un costo bajo en la zona. Por

² ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN NACIONAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO.

esta razón se analiza como primera opción el promover la instalación de unidades generadoras de energía que se complementen con el parque existente y que permitan generar un sistema eléctrico a partir de energías renovables no convencionales para la zona, conectando Santa Bárbara al sistema Mediano de Palena.

El incluir sistemas de energías renovables al sistema de Palena, permitiría no solamente alimentar a Santa Bárbara sino también proveer de energía limpia al resto de las comunidades, como Futaleufú y Puyuhuapi, siendo un beneficio para la provincia y permitiendo una ampliación del carácter del proyecto a un alcance provincial.

Se considera por ende relevante analizar el proyecto de abastecimiento energético de Santa Bárbara como un proyecto de expansión del sistema de Palena.

Entre los capítulos 5 y 10 de este estudio, se analizan distintas opciones energéticas para Santa Bárbara: energía solar, hidráulica, eólica, geotermia, biomasa y producción de biogás así como la opción de sistemas distritales para la distribución de calor.

En el caso de la energía solar, sólo se analiza la posibilidad de incorporar en el proyecto, colectores solares térmicos (CST) para la generación de agua caliente, pues los sistemas fotovoltaicos, para generación eléctrica, dados sus costos y rendimientos y las bajas radiaciones en la zona no serán atractivos.

En este sentido, es necesario tener presente que el año 2009, se promulgó en Chile una ley que entrega una franquicia tributaria -que va entre un 20% a un 100% del valor del sistema solar térmico- a la instalación de colectores solares en viviendas nuevas de hasta 4.500 UF.

Este beneficio es escalado y puede ser muy atractivo en el caso de Santa Bárbara, pues en el caso de viviendas cuyo valor no exceda de 2.000 UF el beneficio es equivalente a la totalidad del valor del respectivo sistema solar térmico y su instalación. En el caso de Santa Bárbara es posible utilizar esta franquicia para generar agua caliente sanitaria, la cual podría incluso diseñarse para apoyar un sistema de calefacción individual.

Los CST, son sistemas de baja complejidad de mantención y de operación y por ende tienen una ventaja en sistemas urbanos aislados, donde los sistemas que requieran asistencia técnica constante puedan generar inconvenientes.

La principal desventaja de los sistemas solares térmicos, es que sólo pueden responder en parte a la demanda y requieren de un sistema de apoyo para asegurar que los requerimientos sean satisfechos. Estos sistemas de apoyo pueden ser a través de calderas convencionales las cuales pueden ser alimentada por diesel o gas, biogás, o por biomasa. Será este sistema el que finalmente definirá el costo operativo del sistema de calefacción y/o de generación de agua caliente para las viviendas.

Cabe mencionar que los sistemas CST solo son diseñados para generar calor y no son por tanto una solución a la demanda eléctrica de la ciudad.

Para la generación de electricidad se analizan las opciones eólicas, hidráulicas, geotérmica utilización de biogás y de biomasa.

La generación eólica tiene la ventaja de ser compatible con otros usos de suelo, tales como el agrícola o ganadero. Es una tecnología madura y utilizada en la región de Aysen para la generación de energía eléctrica. No genera ningún tipo de emisiones contaminantes, sin embargo, pueden generar impactos visuales o emisiones de ruidos que deben ser evaluadas en el marco del proyecto.

La principal desventaja de los sistemas eólicos es que tienen bajos factores de planta, es decir, que no permiten generar energía de manera constante todo el año. Por esto un sistema eólico debe ir por ende acompañado de otras centrales que permitan asegurar la disponibilidad de energía durante todo el año. En el caso de que el sistema de Palena abasteciera Santa Bárbara, el sistema eólico iría en un mix junto con la energía hidráulica- con el que cuenta el sistema actualmente - por lo que la potencia requerida es baja – cientos de kilowatts.

La factibilidad de incorporar un sistema eólico de pequeña potencia para generar y abastecer la demanda total del sistema de Palena debe ser analizado con los estudios de factibilidad pertinente.

Otro punto relevante en este análisis deben ser los plazos de la puesta en marcha de la planta. En el caso de los sistemas eólicos, se requiere medir al menos un año para establecer el potencial de generación de la zona. En Chaitén se han realizado mediciones desde abril del 2009, pero es necesario ahondar más sobre la posible lectura de estos datos, antes de evaluar el potencial en la zona. En caso de tener datos adecuados, sería claramente una ventaja contar con información de los últimos 8 meses, pues una vez determinado el potencial, la fase de construcción es un proceso muy rápido, lo cual es una ventaja dada las condiciones del proyecto.

La generación hidráulica también es una opción – desde el punto de vista de la disponibilidad del recurso - para el sistema de Palena, sin embargo, un punto desfavorable sería la dependencia al 100% de la energía hidráulica del sistema, lo cual puede significar una alta vulnerabilidad por cambios en los regímenes de precipitaciones.

Este riesgo requiere ser evaluado de manera más precisa, y considerando posibles riesgos de modificación de las hidrologías en la zona sur del país por efecto del cambio climático.

Desde el punto de vista económico, las inversiones requeridas en centrales de pasada son similares a los sistemas eólicos (1.500 y los 2.000 US/kW) con la diferencia que los sistemas hidráulicos los factores de planta son más elevados, lo cual es comparativamente una ventaja.

En el caso de los sistemas hidráulicos se debe considerar los aspectos legales relacionados con el desarrollo de un proyecto, que implica acreditar en primer lugar la existencia de derechos de agua aprovechables. Esto implica en la práctica tiempos más largos en el desarrollo de proyectos. A esto se suma que los proyectos de construcción de centrales hidroeléctricas requieren normalmente de plazos más largos que para el caso de centrales eólicas.

En el capítulo de biomasa, y biogás se analizan tres tipos de posibilidades que presentan a priori el mayor potencial: biogás a partir de estiércol de vacuno, estiércol de porcino y utilización de biomasa forestal.

Para el análisis del potencial a partir del estiércol de vacuno se utiliza la información entregada por el INE, donde se indica que la ciudad de Chaitén tiene casi 6.500 cabezas, lo cual, podría producir entre 177 y 442 miles de m³ de biogás, suponiendo que cada vacuno genera 670 kg materia orgánica/año y se recupera el 80% de este valor para la producción de biogás.

En el caso del estiércol de porcino, y considerando un número de 1.200 cabezas de porcinos en Chaitén, según datos del INE; se estima que el potencial de metano de la zona podría fluctuar entre los 26.000- 49.000 m³/año, dependiendo del grado de dispersión y de la factibilidad de recuperación del material.

El potencial de vacuno, sería el más relevante de ambos con una potencia eléctrica que fluctúa entre los 50 y los 120 kW. Este dato requiere ser analizado a la luz de la real dispersión de los residuos, uno de los factores más importantes cuando se analiza la factibilidad técnica-económica de estos proyectos.

Este biogás debiera ser utilizado en sistemas de cogeneración, que permiten la generación de energía eléctrica y calor con un alto grado de eficiencia o bien ser destinado para la utilización en cocinas a gas, como una primera aproximación a soluciones a nivel de las viviendas de la generación de calor para la preparación de alimentos. Esta solución es sin embargo, de alto costo, pues requiere no solo todo el proceso de generación de biogás sino además un sistema de distribución de gas que complejiza bastante el potencial uso de estos residuos.

Para el caso de la utilización de la biomasa forestal, no se analiza la posibilidad de utilizar los residuos madereros industriales, ya que no existe información de industria maderera relevante en la zona. Sin embargo, existe una alta cantidad de hectáreas de bosque nativo que representa un altísimo potencial energético para la zona.

La comuna posee cerca 500.000 hectáreas de bosque nativo, de las cuales se consideraron solo las hectáreas de bosque nativo clasificadas por el INE como explotaciones forestales, es decir 65.000 hectáreas.

Para determinar un potencial de recursos energéticos de la zona a partir del manejo sustentable del bosque nativo, se asumió un crecimiento de la masa boscosa del orden de 5 m³/ha/año en promedio. Estas primeras aproximaciones entregan cifras de generación térmica cercana a los 24 MW th, lo cual permitirá abastecer prácticamente en su totalidad de requerimientos térmicos de las 7.000 personas y las dependencias públicas asociadas.

El uso de la biomasa proveniente del bosque nativo y a través de un manejo sustentable permitiría además producir una gran cantidad de puestos de trabajo, factor clave para una zona que requiere de la generación de trabajos para la dinamización económica de la zona.

La recientemente aprobada Ley del Bosque Nativo define el marco legal para hacer un uso sustentable del bosque nativo. Esta ley establece un sistema de bonificaciones con dos concursos: uno para los pequeños propietarios y otro para medianos y grandes propietarios. A

fin de acceder a estos incentivos económicos, los postulantes deberán ejecutar -mediante Planes de Manejo autorizados por CONAF- una de las tres actividades consideradas para las bonificaciones: la maderera (que incluye madera aserrable, trozas, trozos con valor para la bioenergía, leña).

Para analizar la factibilidad técnico-económica del aprovechamiento energético del bosque nativo en la zona es necesario analizar varios factores.

Primeramente, es necesario determinar la estructura de propiedad de los terrenos en cuestión, si son públicos o privados y la cantidad de dueños en caso de que sean varios privados. Se pueden licitar los bosques en caso de propiedad estatal para traspasar la operación a privados en el marco de un manejo sustentable.

Segundo, es necesario analizar las distancias a la zona de utilización de la biomasa y la viabilidad de extraer y transportar la biomasa hasta el punto de recepción. La logística del uso de la biomasa es el tema de mayor sensibilidad, pues si bien se puede generar un modelo de negocio sustentable, la logística de transporte y almacenamiento puede hacer fracasar un modelo de este corte si, no se cumplen con los requerimientos de la planta en términos de seguridad de suministro.

Tercero es necesario definir una estructura de gestión adecuada para proyectos de este carácter y el modelo de gestión que regule los términos de comercialización de calor a nivel residencial, de manera clara, los mecanismos de distribución y facturación del calor generado. Este punto es uno de los puntos abiertos, pues hoy día no existe este tipo de legislación.

Los proyectos de utilización de biomasa para generación de energía pueden ser estado-estado (proveedor-empresa energética), estado- privado (proveedor-empresa energética) o privado – privado (proveedor-empresa energética).

Existen ejemplos de cooperativas en otros países del mundo que abastecen a la empresa energética de la biomasa, generando un círculo virtuoso en torno a la energía proveniente del bosque.

Este tipo de proyectos requiere de un estudio de factibilidad de utilización de recursos, que puede significar seis meses de trabajo. A esto se suma la inversión requerida en términos de capacitación y sensibilización para generar las capacidades requeridas para el éxito de este proyecto. Esto podría significar plazos más elevados que para el uso de cualquier otra tecnología, pues el uso y manejo sustentable del bosque implica un conocimiento acabado y profesional de los recursos forestales y sus mecanismos de explotación.

Un punto favorable para este tipo de proyectos es que la tecnología del uso de la biomasa para generación energética es una tecnología madura y de alta eficiencia – las calderas pueden llegar hasta el 90% de eficiencia. De acuerdo a estos valores referenciales, un proyectos de combustión de biomasa de 2 MW de potencia térmica podría tener un costo sólo en la caldera de 360.000 – 860.000 USD.

Por otra parte la biomasa forestal puede ser utilizada no sólo para la generación de calor sino también para la generación de calor y electricidad, a través de sistemas de cogeneración. Este

ultimo sistema podría ser el que mejor se desempeñe dada los requerimientos de electricidad y calor en la zona y suponiendo la interconexión de Santa Bárbara al sistema mediano de Palena. Los costos de los equipos de cogeneración pueden variar, para potencias entre 0,5 y 7 MW, entre los 5 y los 25 Millones de USD.

Certificaciones de manejo sustentable de bosque tales como el Forest Stewardship Council (FSC) y la certificación de comercialización de leña seca, ambos existentes en Chile, son herramientas que pueden ser muy útiles en el marco de un proyecto de uso de la biomasa forestal.

El aprovechamiento de la energía geotérmica también fue presentado en este estudio. Una de las grandes ventajas de las plantas geotérmicas es el alto factor de planta que poseen que puede llegar hasta los 95%-98%³. En la décima región, se identifican 25 fuentes probables de energía geotérmica de las cuales 6 se ubican en la comuna de Chaitén, de acuerdo al Decreto 1424.

El clima en Santa Bárbara es favorable para el desempeño de la planta geotérmica, ya que las fuentes frías que pueden ser agua o aire tienen temperaturas bajas, respecto a la zona central o norte del país. Las zonas geotérmicas se ubican a menor altura que en el norte y por ello la densidad del aire es mayor, lo que también favorece el desempeño de la planta (afecta positivamente la eficiencia).

Dado los bajos niveles de potencia requerido en el caso de la conexión de Santa Bárbara a sistema de Palena, se analizaron las condiciones de un proyecto de este tipo en caso de ser un sistema aislado. Considerando, entonces, una demanda eléctrica anual aproximada de 3 GWh^{el} y una potencia peak de 2 MW^{el}, además de energía anual para calefacción de 21 GWh, con una planta geotérmica de 4,5-7 MW se podría satisfacer el 100% del requerimiento energético de Santa Bárbara en base a electricidad. Esta planta puede ser tipo flash o binaria; la primera tendría un costo de inversión aproximado de 16 a 25 millones de USD mientras que la binaria en torno a los 20 a 32 millones de USD.

Para una planta de estas dimensiones, el período de desarrollo típico estimado alcanza 4-6 años.

Otros usos de energía geotérmica, como son las bombas de calor geotérmicas requieren inversiones aun más elevadas.

También es posible extraer solo el calor de la fuente geotérmica y generar un sistema de calor distrital, lo cual puede ser una opción viable, que compite con la biomasa en términos de seguridad de suministro pero que no puede aportar un gran valor en términos de generación de empleo.

Estas dos últimas opciones, biomasa y geotermia pueden fácilmente vincularse con opciones de calor distrital, los cuales permiten aumentar la eficiencia de la generación de calor al centralizarse.

³ Fuente: Emerging Energy Research, Marzo 2009

⁴ Fuente: http://www.sisgeotermia.cl/medios/regulacion/Decreto_142_Reglamento_Fuentes_Probables.pdf

Los sistemas distritales permiten una mayor eficiencia y basado en combustibles locales permite una mayor seguridad de abastecimiento y una mayor comodidad a los usuarios. Implican sin embargo, inversiones más elevadas pues requieren de una red de distribución de calor.

Según cifras de Thorsteinsson (2005), los costos del pipping van desde 300 USD-3000 USD por metro. Así, el costo de los sistemas de transmisión y distribución del calor representan normalmente entre el 50-75% del costo total del proyecto. El resto del costo de la inversión vendrá dado por la tecnología utilizada para la generación de calor. En este sentido, se recomienda fuertemente el análisis de proyectos de sistemas de cogeneración de biomasa con generación de calor distrital y la utilización del calor geotérmico.

Los costos de inversión para un sistema distrital geotérmico pueden ir desde los USD 500 – 3000 USD per kW, es decir, una inversión cercana a los 1.250.000 – 7.500.000 USD para el caso de Santa Bárbara.

También es factible, toda vez que se analicen los potenciales, utilizar la biomasa para la generación de calor, distrital y/o semi distrital – se puede generar un sistema distrital solo para viviendas o solo para edificios públicos- y abastecer con otras opciones la oferta de energía eléctrica/térmica necesaria.

Cualquiera sea la solución óptima, la situación actual en Santa Bárbara permite planificar y construir un sistema de calefacción distrital óptimo, sin efectos negativos en la población.

Dado que las viviendas se encuentran dentro de un rango recomendable – 2 km de distancia – un sistema distrital es a priori posible. No hay información sobre la calidad del suelo, por lo que se requiere de un estudio para evaluar estos puntos como para la evaluación del potencial uso de la geotermia y el estudio que analice el potencial real de explotación de la biomasa del bosque nativo, considerando los radios de explotación.

Un factor clave para el éxito del proyecto de calor distrital, es el mecanismo de negocio y la legislación requerida. En Chile no existe reglamento para la venta de calor, por lo que es necesario desarrollar un reglamento que permita una sustentabilidad económica de los proyectos en el largo plazo. Los mecanismos de tarificación, mecanismos de medición y facturación son factores críticos que deben ser analizados en proyectos de calefacción distrital.

Un punto que requiere de análisis profundo es la solución al suministro de energía para la cocción de alimentos. Sistemas de reemplazo cero emisiones existen, tales como el uso de energía eléctrica o de biogás para la utilización de cocinas, pero en ambos casos, no existe una viabilidad económica clara de estas alternativas para este proyecto. En el caso del biogás es necesario evaluar no sólo si la materia prima está disponible y a qué costo, sino además la factibilidad de distribuir biogás a las familias.

Se debe considerar que cambiar la tecnología de cocción a leña permitiría a las familias aumentar su grado de comodidad respecto a este servicio, pero se requiere un análisis en terreno que evalúe las necesidades/consumos reales y los grados de confort de los sistemas existentes así como la percepción de las alternativas. La utilización de la leña (seca y de bosque manejado correctamente) puede ser una solución como combustible para la cocción de

alimentos pero podría significar la reducción de la demanda térmica en viviendas – ya minimizada por el alto grado de eficiencia - y por ende inviabilizar sistemas centralizados de distribución de calor. Una última opción es la utilización de gas licuado para las cocinas, pero esta energía, se sale totalmente del esquema de una ciudad verde, cero emisiones e implica considerar los grados de abastecimiento de ese combustible en la zona para evitar un aumento de la vulnerabilidad energética.

Cualquier cambio tecnológico debe ser acompañado por procesos de sensibilización y capacitación que no pongan en riesgo la utilización de nuevas tecnologías tanto a nivel de consumo de energía como de utilización de sistemas de alta eficiencia.

Otro punto relevante en el marco del proyecto de Santa Bárbara es la ausencia por la condición de sistema mediano, de instrumentos de fomentos de ENRC para el Sistema de Palena, en el marco de las leyes eléctricas. Existen, sin embargo, herramientas CORFO que pueden ser utilizados por los privados para el desarrollo de proyectos. Un proyecto privado de generación eléctrica en la zona de Santa Bárbara, para el sistema de Palena, ya sea hidráulica, eólica o por cogeneración de biomasa, puede ser presentado para la de estos fondos.

En el capítulo final se presentan algunas consideraciones relacionadas a financiamiento vía el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) Para ello, el proyecto debe demostrar que contribuye al desarrollo sostenible del país, que tiene beneficios reales, mensurables y de largo plazo en relación con la mitigación de los gases de efecto invernadero y adicionalidad, es decir, reducir emisiones consideradas adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad del proyecto.

En el caso del proyecto de Santa Bárbara si bien existen condiciones que permiten su análisis, los aspectos certificables del proyecto deben ser estudiadas de manera más precisa, a través por ejemplo de un estudio de pre-factibilidad que evalúe la metodología bajo el cual podría ser desarrollado el proyecto y los niveles de emisiones que podrían ser desplazados y certificados. En general, los costos de transacción para proyectos de certificación de emisiones así como los plazos requeridos son altos y deben ser sopesados en el marco de este proyecto, sobre todo dada la pequeña envergadura de las emisiones previstas. Existiría un beneficio “político” de certificar un proyecto de esta envergadura y complejidad, independiente de los beneficios económicos que puedan obtenerse.

En este sentido, es necesario tomar en cuenta la modificación del contexto para proyectos MDL, dado no solo el hecho de que Chile es oficialmente parte de la OECD sino también dado el confuso escenario post-2012 dada las malogradas negociaciones internacionales en la Cumbre de Cambio Climático en Copenhague.

A modo de conclusión de los análisis, queda claro que el proyecto de Santa Bárbara presenta condiciones inmejorables para la planificación de una ciudad eficiente, “cero emisiones”, que se transforme en un polo de atracción para el turismo “eco”.

La falta de recursos fósiles en la zona, el nivel de aislamiento de la localidad, el potencial de eficiencia en la planificación de los edificios y los altos potenciales en energías renovables no convencionales son factores sinérgicos presentes en la zona.

A esto se suma la presencia de un sistema eléctrico fuertemente hidráulico, según los datos de demanda y generación eléctrica en la zona, lo cual puede ser fortalecido por inversiones en otras energías limpias en el marco de este proyecto.

La generación de calor distrital a través de un sistema de generación/cogeneración con biomasa, está propiciada por la actual Ley de Bosque Nativo que permitiría generar un proyecto único en el país y de gran valor demostrativo para otras comunidades del sur de Chile.

Tabla de contenido

Resumen Ejecutivo.....	3
Tabla de contenido.....	14
1 Introducción	20
2 Condiciones Generales.....	20
2.1.1 Situación geográfica	20
2.1.2 Clima.....	21
2.1.3 Número de familias, servicios disponibles a futuro, etc.	25
2.1.4 Economía local	26
2.1.5 Aguas Servidas.....	27
3 Definición de la demanda	28
3.1 Energía para Abastecimiento de Demanda en Viviendas	28
3.1.1 Demanda Energética para calefacción.....	28
3.1.2 Demanda Eléctrica	31
3.1.3 Agua Caliente Sanitaria	33
3.1.4 Demanda energética para cocción de alimentos.....	34
3.2 Energía para Edificios de Uso Público	35
3.2.1 Demanda de calefacción	35
3.2.2 Demanda energética para Agua Caliente sanitaria (ACS)	36
3.2.3 Demanda Eléctrica	37
3.2.4 Iluminación y Equipos	37
3.3 Energía para Alumbrado Público.....	38
3.4 Energía para Uso productivo.....	39
3.5 Resumen de la Demanda	40
3.6 Bibliografía	41
4 Sistema Eléctrico Chaitén.....	42
4.1 Regulación eléctrica	45
4.2 Ventajas y Desventajas Santa Bárbara.....	46
4.2.1 Bibliografía	46
5 Energía Solar.....	47
5.1 Sistemas Fotovoltaicos,.....	47

5.2	Colectores Solares Térmicos	47
5.2.1	Antecedentes técnicos	47
5.2.2	Costos de inversión, Costos de mantención y Costos operativos	50
5.2.3	Antecedentes legales	51
5.2.4	Ventajas y Desventajas para Santa Bárbara	51
5.2.5	Bibliografía	52
6	Energía eólica	53
6.1	Antecedentes técnicos de la tecnología	53
6.2	Potenciales y Mediciones eólicas	55
6.3	Proyectos existentes	58
6.4	Costos	58
6.4.1	Estudios	58
6.4.2	Inversión	58
6.4.3	Costos de operación	59
6.5	Impactos Ambientales	60
6.5.1	Alteración del paisaje	60
6.5.2	Generación de ruido	60
6.5.3	Proyecciones de sombra	61
6.5.4	Impactos fases construcción	61
6.6	Antecedentes Legales	61
6.6.1	Ley ERNC	61
6.6.2	Normativa ambiental	61
6.7	Plazos	62
6.8	Ventajas y Desventajas para Santa Bárbara	62
6.9	Bibliografía	63
7	Energía hidráulica	64
7.1	Antecedentes técnicos de la tecnología	64
7.2	Potenciales y mediciones	65
7.3	Estimación del recurso	66
7.4	Factores de planta	66
7.5	Costos	67
7.5.1	Costos de los estudios	67
7.5.2	Inversión	67
7.5.3	Costos Operación	68

7.6	Impactos ambientales	68
7.6.1	Etapa de construcción	68
7.6.2	Impacto en el Paisaje y Suelo	69
7.6.3	Línea de transmisión	69
7.7	Antecedentes Legales.....	69
7.7.1	Ley ERNC.....	69
7.7.2	Requisitos legales	69
7.8	Plazos.....	70
7.9	Ventajas e Inconvenientes para Santa Bárbara	70
7.10	Bibliografía	71
8	Biogás & Biomasa	72
8.1	Tipos de Biomasa Seca	72
8.1.1	Residuos forestales	73
8.2	Potencial Residuos forestales.....	75
8.2.1	Residuos de mataderos	78
8.2.2	Lodos generados en plantas de tratamiento de aguas (PTA) y Residuos sólidos urbanos (RSU).....	78
8.3	Antecedentes legales	78
8.3.1	Ley del Bosque Nativo	78
8.3.2	Normativa Ambiental	79
8.4	Producción de biogás	79
8.4.1	Antecedentes técnicos de la tecnología (BIOGAS).....	79
8.4.2	Residuos del sector ganadero (estiércol, purines, etc.)	80
8.5	Usos de la Biomasa/biogás.....	84
8.5.1	Para generación de electricidad.....	84
8.5.2	Para generación de calor.....	84
8.5.3	Cogeneración.....	85
8.5.4	Estudios	86
8.6	Impactos ambientales Biomasa y Biogás	87
8.6.1	Etapa de construcción	87
8.6.2	Etapa de operación	87
8.7	Otros usos de la Biomasa (Cocinas)	89
8.8	Ventajas y Desventajas para Santa Bárbara.....	90
8.9	Bibliografía	91

9	Energía geotérmica	92
9.1	Antecedentes técnicos de la tecnología.....	92
9.1.1	Factor de Planta'	93
9.2	Evaluación de prefactibilidad técnica-económica.....	93
9.3	Potenciales energéticos para Nueva Chaitén.....	94
9.4	Costos de operación de las tecnologías.	94
9.5	Sistemas de calefacción alternativos	95
9.5.1	Utilización del calor residual de la planta geotérmica	95
9.5.2	Utilización de bombas de calor geotérmicas	95
9.5.3	Ejemplos de uso de esta tecnología en casos climáticamente similar	96
9.6	Marco legal para implementación de esta tecnología.....	97
9.6.1	Normativa Ambiental	97
9.7	Ventajas y desventajas para Santa Bárbara.	97
10	Generación Distrital	99
10.1	Antecedentes técnicos	99
10.1.1	Sistema de generación	99
10.1.2	Sistema de distribución	99
10.1.3	Condiciones requeridas para un sistema distrital	100
10.1.4	Sistemas de Gestión	100
10.2	Costos	101
10.3	Ejemplos de proyectos	101
10.4	Ventajas y desventajas para Santa Bárbara	101
10.5	Bibliografía	102
11	Otras informaciones relevantes	103
11.1	CORFO	103
11.2	Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).....	104
11.2.1	Plazos.....	105
11.2.2	Costos del Proceso	105
11.2.3	Tipos de proyectos en el marco del proyecto Nueva Chaitén	106
11.3	Bibliografía	107
12	Conclusiones.....	108

Índice de Tablas

Tabla 1: Precipitaciones mensuales	21
Tabla 2: Promedios de radiación solar	23
Tabla 3: Temperaturas Promedios	25
Tabla 4: Superficie a Construir por equipamiento	26
Tabla 5 : Mapa y Requerimientos Normativa Térmica	29
Tabla 6 Nch 1079: Recomendaciones diseño arquitectónico	29
Tabla 7: Demanda Térmica Calefacción Viviendas.....	30
Tabla 8: Demanda Eléctrica Viviendas	33
Tabla 9: Demanda ACS Viviendas.....	34
Tabla 10: Demanda Energía Calefacción. Uso Público	36
Tabla 11: Valores referenciales de demanda de ACS a 60°C.	37
Tabla 12: Demanda de ACS. Uso Público	37
Tabla 13: Demanda de Energía Eléctrica. Uso Público.....	38
Tabla 14 : Costos Medios Alumbrado Público.....	38
Tabla 15: Demanda Eléctrica Alumbrado Público	39
Tabla 16: Demanda Usos Productivos.....	39
Tabla 17: Demanda Estimada Total.....	40
Tabla 18: Energía Generada Sistema Palena. Año 2008	43
Tabla 19: Demanda y Consumo Eléctrico Sistema Palena	43
Tabla 20: Instalaciones de Distribución al 15.04.2008.....	44
Tabla 21: Precios Energía y Potencia Barra de Palena	45
Tabla 22: Inclinación de los colectores.....	49
Tabla 23: Aislación Térmica de sistemas de distribución de calor y sistemas de distribución de agua caliente, tuberías de distribución de frío y de agua fría.....	50
Tabla 24: Factores de planta de proyectos eólicos	55
Tabla 25: Generación Parque Eólico Baguales	58
Tabla 26: Proyectos eólicos en Chile	59
Tabla 27: Costos proyectos Aysen y Palena	60
Tabla 28: Velocidad de rotor y nivel de ruido para distintos aerogeneradores	61
Tabla 29 : Clasificación Centrales hidroeléctricas	64
Tabla 30: Referencias de proyectos hidráulicos en la z zona	66
Tabla 31: Proyectos ENRC en carpeta	67
Tabla 32: Costos Centrales Hidroeléctricas.....	67
Tabla 33: Costos proyectos generación hidroeléctrica Local	68
Tabla 34 : Tipos de biomasa	72
Tabla 35: Relación poder calorífico vs contenido humedad	74
Tabla 36: generación Térmica estimada	77
Tabla 37: Ganado en la Provincia de Palena	80
Tabla 38: Proyectos Generación eléctrica.....	84
Tabla 39: Proyectos en Chile	84
Tabla 40: Valores Referenciales Calderas	85
Tabla 41: Ejemplos de sistemas de cogeneración en Chile.....	85

Tabla 42 : Relación Escala, Tecnologías y eficiencia.....	86
Tabla 43: Clasificación Energía geotérmica	92
Tabla 44: Etapas proyectos geotermia.....	93
Tabla 45: Costos proyectos geotermia.....	94
Tabla 46: Costos asociados proyectos MDL	105
Tabla 47: Referencias de precios CERs.....	107

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación geográfica Santa Bárbara	20
Figura 2: Radiación Solar Europa.....	24
Figura 3: Análisis de uso de iluminación natural.....	31
Figura 4: Ejemplo de análisis de la iluminación artificial, en lux, en el plano de trabajo (1m de altura). Dormitorio 1.	32
Figura 5: Categoría Energética X Región	36
Figura 6: Sistemas De Palena, Aysen Y General Carrera	42
FIGURA 7: EMPRESAS EDELAYSEN.....	44
Figura 8: Aerogenerador Típico.....	53
Figura 9: Relación viento y potencia nominal	54
Figura 10: Potencia de aerogeneradores	54
Figura 11: Potencial Eólico archipiélago Chiloé	57
Figura 12: Superficie Provincia de Palena por tipo de uso.....	75
Figura 13: Distribución Residuos aprovechables energéticamente Región Los Ríos y los Lagos	76
Figura 14: Instalación Tuberías, sistema distrital calor	99

1 Introducción

El estudio “*Análisis de la Situación Energética de Santa Bárbara*” presenta un análisis preliminar de la demanda energética de Santa Bárbara y las posibles opciones de generación energética para ésta, teniendo como objetivo generar una ciudad nueva “cero emisiones”, que permita transformar a Santa Bárbara en un polo de atracción para el turismo “eco”.

En la localidad de Santa Bárbara se construirá la nueva capital provincial de Palena, la cual reemplazara en sus funciones a la ciudad de Chaitén que fue devastada por la erupción del volcán del mismo nombre.

La ciudad de Santa Barbara albergara cerca de 7.000 personas en su fase final y contara por ende con múltiples servicios. Se espera además que Santa Bárbara desarrolle un polo de atracción turístico, asociado a un turismo ecológico y sustentable.

Para ello se requiere definir las principales líneas de análisis de uno de los puntos más complejos en la ecuación de la sustentabilidad: la demanda y oferta de energía para la ciudad, lo cual se presenta a continuación en un estudio que abarca todas las posibilidades energéticas factibles para la zona y finaliza con recomendaciones para la continuación de los estudios de manera más acabada y que permita la toma de decisiones.

2 Condiciones Generales

2.1.1 Situación geográfica

Santa Bárbara está ubicado en Latitud -42,85 y longitud -72,79. La distancia desde Chaitén a Santa Bárbara es de 12 km aproximadamente y se une a Chaitén a través de la ruta 7.

Figura 1: Ubicación geográfica Santa Bárbara



2.1.2 Clima

Según la definición entregada en la norma Nch1079 Arquitectura y construcción – zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico – el clima de Santa Bárbara es Sur Extremo.

Descripción Clima:

“Zona fría muy lluviosa, con precipitaciones a lo largo de todo el año, disminuyendo su intensidad hacia el sur y desde el oeste al este. Estas precipitaciones son muy altas hacia el norte de la zona (Chiloé, Puerto Aysen, y Coihaique) en especial en invierno y tienden a disminuir hacia el sur donde las precipitaciones se distribuyen en forma homogénea a lo largo del año (Punta Arenas). Nubosidad casi permanente, veranos cortos. Suelo y/o ambiente muy húmedo. Heladas y nieve en altura y hacia el sur de la zona, en la que además se observan altos vientos. Radiación solar moderada en verano. Microclimas importantes en el interior.”

Fuente: Nch 1079- 2008.

Existen pocos datos climáticos de la zona, pero se obtuvieron datos desde Meteonorm⁵ que ayudan a la clasificación del clima.

2.1.2.1 Precipitaciones

“De acuerdo a los datos de precipitación de la estación pluviométrica ubicada en Chaitén (datos obtenidos del informe del MOP para la construcción del camino Chaitén-Loyola, 2003), el promedio de precipitación anual es de 3588 mm, con un máximo medido de hasta 4615 mm/año”. Fuente:PUC

Estos datos sin embargo no concuerdan con los presentados en la Norma NCh 1079, que define los climas en el territorio chileno. Por esto, se obtuvieron los datos de precipitación mensual, entregados por Meteonorm. Según estos datos, el promedio anual es de 1455 mm, el cual varía desde 61 mm en febrero hasta los 185mm en el mes más lluvioso, junio.

Tabla 1: Precipitaciones mensuales

Mes	Precipitaciones [mm]
Ene.	101
Feb.	61
Mar.	97
Abr.	122
Mayo	165

⁵ www.meteonorm.com

Jun.	185
Jul.	155
Ago.	150
Sept.	100
Oct.	119
Nov.	122
Dic.	78
Año	1455

Fuente Meteonorm

2.1.2.2 Radiación Solar

En Chile el recurso solar tiene un alto potencial. Sin embargo, comparativamente en la zona al sur del país, los niveles de radiación se pueden considerar como bajos. Según Meteonorm, la radiación global anual promedio en esta zona bordean los 1.200 kWh/m².

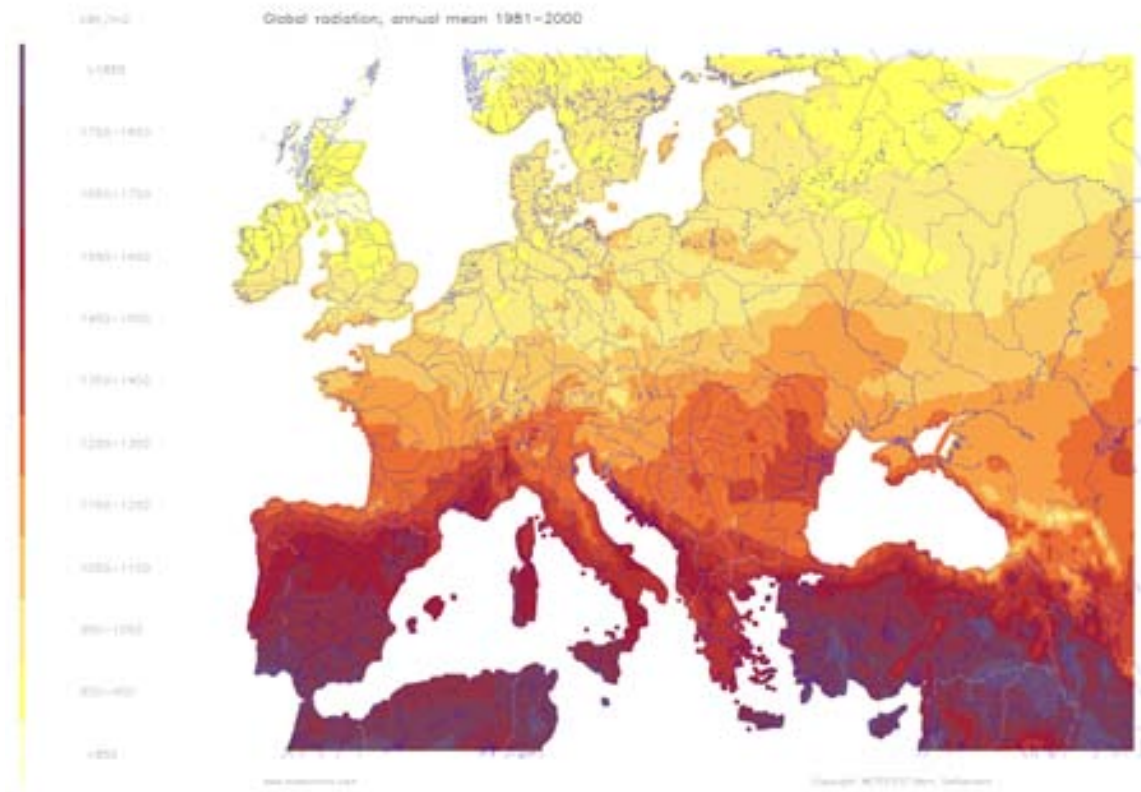
Tabla 2: Promedios de radiación solar

Mes	H_Gh [kWh/m ²]
Ene.	185
Feb.	156
Mar.	118
Abr.	72
Mayo	44
Jun.	32
Jul.	36
Ago.	60
Sept.	92
Oct.	135
Nov.	166
Dic.	182
Año	1283

Fuente: Meteonorm

Los valores que se dan en la X Región son comparables con los encontrados en la zona media de Francia y el sur de Alemania, zonas donde el uso de la energía solar para producción de energía ha crecido de manera constante.

Figura 2: Radiación Solar Europa



Fuente: meteronorm

2.1.2.3 Temperaturas

No existen datos meteorológicos de larga data en Chaitén y por lo tanto no existen registros de temperaturas locales. Por esto, se utilizaron los datos de *Meteonorm*, los cuales indican una temperatura promedio anual de 10,5 °C.

Es necesario observar que las temperaturas medias de la zona hacen prever la necesidad de calefacción prácticamente todo el año.

Tabla 3: Temperaturas Promedios

Mes	T aire [C]	T° Mínimas Medias [C]	T° Máximas Medias [C]
Ene.	14,20	8,3	19,9
Feb.	14,60	8,3	20,8
Mar.	13,20	7,4	19,7
Abr.	10,80	5,8	16,5
Mayo	9,40	5,3	14,6
Jun.	7,50	3,7	12,0
Jul.	7,40	3,2	12,1
Ago.	7,90	3,6	13,3
Sept.	8,00	3,0	13,5
Oct.	9,60	4,3	15,2
Nov.	11,00	5,3	16,2
Dic.	12,70	7,0	18,2
Año	10,50	5,4	16,0

Fuente: Meteonorm.

2.1.3 Número de familias, servicios disponibles a futuro, etc.

Según el estudio “Escenarios de Reconstrucción/Relocalización de La Ciudad De Chaitén. Primer Informe de Avance. Noviembre 2008. Pontificia Universidad Católica De Chile – Universidad Austral De Chile - Observatorio de Ciudades UC”, la cantidad de personas en la comuna de Chaitén se eleva a cerca de 7.000 personas.

Censos	1970	1982	1992	2002
PROVINCIA PALENA	14.666	16.975	18.748	18.971
Comuna Hualaihue	5.526	6.302	8.104	8.273
Comuna Chaitén	4.219	7.016	7.256	7.182
Comuna Futaleufú	2.398	1.809	1.735	1.826
Comuna Palena	2.523	1.848	1.653	1.690

Fuente: estudio UC/U Austral

La superficie proyectada para la Nueva Chaitén es de 240 ha aproximadamente, esto significaría una densidad app 3.000 habitantes por km².

En la Nueva Chaitén se proyecta generar un nuevo proyecto urbano completo. Esta nueva ciudad será la nueva capital provincial y concentrará por ende gran parte de los servicios públicos necesarios para la provincia.

Se proyectan por lo tanto la existencia de múltiples oficinas públicas y servicios . Las superficies proyectadas en Nueva Chaitén se muestran en la tabla siguiente. Con los datos de la superficie final de la Nueva Chaitén, se harán las estimaciones de demanda de energía, en el capítulo siguiente:

Tabla 4: Superficie a Construir por equipamiento

Equipamiento	Futaleufú (m ²)	1ª etapa Nuevo Chaitén (m ²)	2ª etapa Nuevo Chaitén (m ²)	Nuevo Chaitén Sup. Final (m ²)
Municipalidad Chaitén	0	650	650	1.300
Gobernación	1.750	0	1.750	1.750
Registro Civil				
Tesorería				
SII				
Conaf				
Indap				
SAG				
Carabineros-Comisería	500	500	1.000	1.500
Establecimiento Penit	1.400	0	1.400	1.400
Hospital	0	0	1.400	1.400
Bomberos	340	340	340	680
Capitanía de Puerto	0	60	0	60
Liceo Italia	1.200	0	1.200	1.200
Escuelas (2)	2.000	2.000	4.000	6.000
Jardines Infantiles	100	100	200	300
Banco Estado	166	166	166	332

Fuente: Estudio UC (2009)

2.1.4 Economía local

Para el desarrollo de actividades económicas en la zona, la disponibilidad de energía es imprescindible. Por ello, parte de un plan de análisis de opciones de energía debe incluir un catastro con las actividades realizadas por los actores de la zona y también incorporar futuras actividades a desarrollar para tener una visión macro de las necesidades energéticas con fines productivos.

Según el estudio de la UC ya mencionado, en la zona existen explotaciones forestales y agropecuarias menores. El cultivo de hortalizas, frutas y leguminosas se desarrollaban en la zona al igual que una actividad ganadera.

2.1.5 Aguas Servidas

Chaitén contaba con una planta de pre-tratamiento de aguas servidas que separaba lodos pero no trataba las aguas resultantes. Las aguas no tratadas se descargaban a través de un emisario en el mar frente a la ciudad. Se considera que en cualquiera de las localizaciones es necesario implementar una planta de tratamiento de aguas servidas. Chaitén nunca tuvo problemas con el suministro de agua potable. Estudio UC (2009).

2.1.5.1 Proyecciones futuras

Dentro del estudio de la UC, también se entrega información respecto de las actividades a desarrollar a futuro y sus implicancias energéticas. Entre ellas se menciona:

Turismo Sustentable

Los invernaderos requieren de plantas generadoras combinadas de calor y energía, lo que en el caso de Chaitén podría ser suplido por los generadores de electricidad estándar o por el desarrollo de plantas de energía geotérmica que generan ambos productos.

Invernaderos

La reconstrucción de Chaitén implica la construcción de generadoras de electricidad para abastecimiento, las que generan calor como residuo. Un proyecto dual, que contemple la construcción de una planta de energía y un invernadero de gran escala, que permita aprovechar dicho calor como insumo, podría ser una alternativa muy interesante para la ciudad. Generaría un importante número de puestos de trabajo, además de la producción de alimentos para el consumo regional.⁶

⁶ ESTUDIO ESCENARIOS DE RECONSTRUCCIÓN/RELOCALIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CHAITÉN. PRIMER INFORME DE AVANCE. NOVIEMBRE 2008. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE – UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE - OBSERVATORIO DE CIUDADES UC.

3 Definición de la demanda

A fin de definir la capacidad energética necesaria para abastecer las necesidades de Santa Bárbara, es necesaria en primer lugar una estimación de la demanda energética.

Para determinar las demandas de energía y lograr un análisis adecuado del costo-beneficio de las decisiones de abastecimiento, es necesario realizar un estudio de demanda energética donde se caractericen por tipología los tipos de unidades que aquí se construirán. Por ende deberá definirse al menos, la demanda de energía por tipo de energía para:

- Viviendas
- Servicios de Utilidad Pública (cárceles, municipalidad, hospital o posta, escuela, comisaría e iluminación pública.)
- Demanda de energía productiva.
- Demanda de energía para sistemas de agua potable

3.1 Energía para Abastecimiento de Demanda en Viviendas

En el caso de las viviendas los requerimientos mínimos a estimar son:

- Demanda energética para calefacción
- Demanda energética para Iluminación
- Demanda energética para Agua Caliente sanitaria (ACS)
- Demanda energética para equipos eléctricos (refrigerador, radio, TV, etc)
- Demanda energética para cocción de alimentos

Cada uno de estos requerimientos deberá ser estimado para así establecer la cantidad de energía requerida por la población a nivel de los hogares.

La estimación de energía de calefacción e iluminación puede ser realizada a través de consultorías especializadas, gracias a software de simulación que permiten evaluar y definir el desempeño energético de las viviendas, de acuerdo a sus características arquitectónicas.

En el caso de las viviendas, los factores el diseño juegan un rol fundamental para la reducción de la demanda energética.

3.1.1 Demanda Energética para calefacción.

Reglamentación existente

La reglamentación existente actualmente regula los requerimientos mínimos de la envolvente (techos, pisos ventilados y muros) para viviendas nuevas a construir en Chile. Para ello, fija valores de máximos de transmitancia térmica de cada uno de estos elementos. Además regula el vidriado máximo, según tipo de vidriado que puede tener la vivienda en relación a su superficie total. En el caso de los pisos en contacto con terreno, a pesar de que puede ser una fuente de pérdida de calor no se encuentra normado.

La zona de Santa Bárbara está clasificada como Zona térmica 6 y los valores establecidos por la norma son:

Tabla 5 : Mapa y Requerimientos Normativa Térmica



ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U W/m²K	Rt m²K/W	U W/m²K	Rt m²K/W	U W/m²K	Rt m²K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

Fuente: MANUAL DE APLICACIÓN REGLAMENTACION TERMICA MINVU. ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES ARTICULO 4.1.10.

Según cálculos realizados por el MINVU, basados en un proyecto en la ciudad de Coihaique, las demandas de energía para calefacción en el caso de viviendas pareadas⁷, que cumplen con la normativa térmica, bordearían los 140 kWh/m²-año. En el caso de Santa Bárbara se proyectan viviendas unifamiliares (aisladas) lo que significaría un requerimiento de energía más elevado.

En la Norma Nch1079- 2008, existen para cada zona recomendaciones arquitectónicas. En el caso de la zona de Santa Bárbara se recomiendan los siguientes valores de transmitancia térmica (U).

Tabla 6 Nch 1079: Recomendaciones diseño arquitectónico

Zona	Elementos opacos (muros)	Techumbre opaca	Piso ventilado	Elementos vidriados verticales
SE	0,40	0,25	0,5	2,4

Fuente: Nch 1079

⁷ Las viviendas pareadas demandan menos energía que las viviendas aisladas.

Considerar estas soluciones de mayor eficiencia en muros y elementos vidriados podría lograr una reducción mínima del 30% respecto de la demanda energética global del edificio, es decir, se podrían lograr demandas cercanas a los 90 kWh/m² año.

Es necesario mencionar que en países más avanzados en temas de eficiencia energética, particularmente en Alemania, los valores requeridos se basan en el desempeño global de la vivienda – además del cumplimiento de los valores individuales para cada elemento de la vivienda. En Alemania, la demanda exigida máxima es cercana a los 70 kWh/m²-año, para energía de calefacción y agua caliente sanitaria, medido además en energía primaria. También existen los estándares de construcción pasivas – *Passivhaus* – en los cuales las demandas máximas de calefacción no deben superar los 15 kWh/m²-año y una demanda primaria de energía incluido agua caliente sanitaria y electricidad máxima de 120 kWh/(m²-año)⁸.

Para el caso de la demanda de energía de calefacción, se considera 90 kWh/m² año como un valor referencial de la demanda. Esto implicaría la adopción de las recomendaciones de la Nch1079. Esto significaría una demanda anual para las 1750 casas – cada una de 100 mts² – de:

Tabla 7: Demanda Térmica Calefacción Viviendas

Demanda térmica total	15.750.000	kWh/año
------------------------------	-------------------	----------------

Fuente: elaboración propia

Para lograr un alto grado de eficiencia se requiere tomar en cuenta, además de las recomendaciones de esta Norma, al menos los siguientes parámetros para la definición de las condiciones de edificación:

- 1) Orientación de los edificios y/o viviendas
 - a. Es necesario analizar el impacto de la orientación planificada para cada edificio y/o regular el nivel de ganancias solares que un edificio debe tener. Se recuerda que las ganancias solares permiten la reducción de la demanda de energía para calefacción requerida en épocas frías del año.
- 2) Distancia entre edificios y/o viviendas y distancia a otros elementos del paisaje, (árboles y topografía del lugar)
 - b. Analizar el paisaje en el cual estarán inmersos los edificios. Ubicación y tipo de árboles así como la existencia de cerros contiguos que puedan generar sombras no deseadas y reducir las ganancias solares, generando una pérdida de eficiencia.
 - c. De la misma manera es necesario establecer una distancia pertinente entre edificios aledaños para evitar sombreamientos que reduzcan las ganancias solares.
- 3) Factores arquitectónicos: Compactividad

La mayor cantidad de la energía en una vivienda se pierde a través de la envolvente. Para reducir estas pérdidas es necesario que las viviendas sean compactas. El indicador

⁸ www.passiv.de

Área/Volumen: (A/V) permite cuantificar el grado de compactividad. Mientras más grande sea el volumen en relación con la envolvente menor será la pérdida de energía⁹.

Otros factores relevantes tales como los niveles de infiltración, la ventilación y la eliminación de los puentes térmicos, puede ser revisada en la “*GUIA DE DISEÑO PARA LA EFICIENCIA ENERGETICA EN LA VIVIENDA SOCIAL*”. Bustamante 2009.

Costos y beneficios de tener viviendas de un nivel de eficiencia superior deben considerar no sólo el tema medioambiental ligado al ahorro de la energía sino también los aspectos de vulnerabilidad y costo del abastecimiento energético. Para ello, las herramientas de simulación son esenciales en la determinación del desempeño global de la vivienda.

3.1.2 Demanda Eléctrica

3.1.2.1 Iluminación

Dado el contexto climático, la iluminación será una variable importante a analizar dentro del consumo del hogar, pues la zona tiene una cantidad reducida de horas de luz natural al día durante el invierno.

Por ende, en primer lugar, el diseño arquitectónico debe considerar la maximización de la iluminación natural.

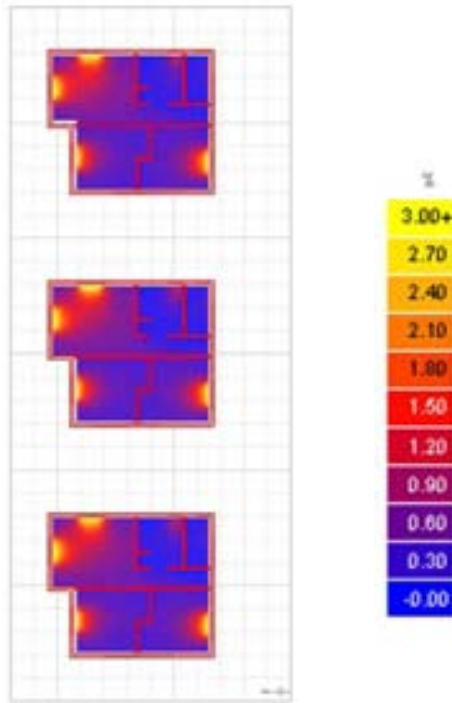
El nivel de iluminación natural se puede analizar a través de simulaciones que pueden ayudar a mejorar diseños desde este punto de vista.

A continuación un ejemplo de análisis realizado para una vivienda social, realizado en el marco del proyecto GTZ/CNE “Fomento de la Eficiencia Energética.”

En este caso, la metodología utilizada para la simulación de iluminación natural corresponde a la herramienta de factor de luz diurna, la cual expresa en porcentajes la intensidad de iluminación en recintos interiores en contraposición a las condiciones de iluminación exterior, bajo un supuesto de cielo de diseño nublado.

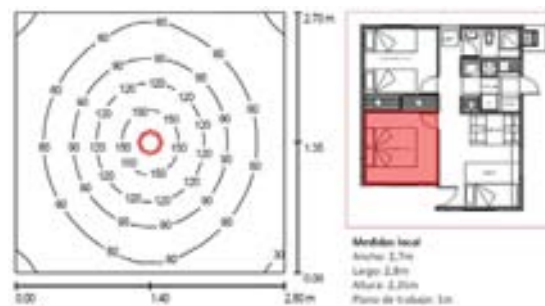
Figura 3: Análisis de uso de iluminación natural.

⁹ Energieeffiziente Siedlungsstrukturen. Projekt fuer Energiebewusstes Planen. Baron, Sascha, 2007.



Maximizado el uso de la iluminación natural, es necesario estimar la demanda de *iluminación artificial* en el proyecto. Para ello, se recomienda utilizar simulaciones que permitan determinar la demanda de iluminación promedio. Esto se realiza considerando los niveles de iluminación (lux/m²) recomendados para los espacios en las viviendas.

Figura 4: Ejemplo de análisis de la iluminación artificial, en lux, en el plano de trabajo (1m de altura).



Fuente: CNE/GTZ

Una reducción de la demanda de iluminación permitirá una reducción de las necesidades de energía eléctrica. En este contexto se recomienda prohibir la utilización de ampolletas incandescentes en las viviendas, lo cual se puede realizar a través la definición de clases de eficiencia para ampolletas factibles de comprar y utilizar en la zona, según el etiquetado vigente para estos artefactos. (A y B por ejemplo).

3.1.2.2 Equipos eléctricos (refrigerador, radio, TV, etc)

Otro factor de análisis en la demanda eléctrica en las viviendas es el uso de equipos tales como el refrigerador, la radio, la TV etc. Para ello es necesario caracterizar las familias, por ejemplo, a través de estrato socioeconómico y establecer un patrón de aparatos y de uso a fin de considerar esta demanda eléctrica en el proceso de planificación.

A fin de incentivar el uso de equipos eficientes, se recomienda incorporar en el marco del proyecto, los certificados de energía que ya están en vigencia en refrigeradores en caso de ser necesaria la adquisición de nuevos equipos. El PPEE trabaja actualmente en el etiquetado de nuevos equipos.

No es posible estimar la demanda eléctrica de manera individual para estos elementos. Por esto y para estimar la demanda eléctrica en el caso de la Nueva Chaitén, se utilizaron valores del estudio de la CNE/UdeChile del 2005, donde se menciona que *“en relación a los que mostraron la cuenta de luz, el consumo promedio mensual para los meses de verano fue de 157,2 kWh en tanto que para los meses de invierno, el consumo promedio fue de 176 kWh. Excluyendo el mes de mayo, el consumo promedio mensual durante los meses de junio y julio se eleva a 179 kWh”*. Fuente CNE/Universidad de Chile (2005).

Estos consumos están referidos a iluminación y utilización de equipos al interior de la vivienda. Para efectos de este estudio, se usa el valor menor como referencial para estimar la demanda – captivamente – eléctrica. Estos valores no consideran un uso eficiente de la energía ni en términos de iluminación ni en términos de los equipos a nivel de hogares. Por esto, se considera un factor de eficiencia arbitrario de 0,7, pues los niveles de ahorro en ampolletas son relevantes dependiendo del equipo.

Tabla 8: Demanda Eléctrica Viviendas

Demanda eléctrica total/año	2.307.900 kWh/año
------------------------------------	--------------------------

Fuente: elaboración propia

3.1.3 Agua Caliente Sanitaria

Para la estimación de los requerimientos energéticos es necesario establecer la demanda de agua caliente para uso en la vivienda. En Chile no existen estudios detallados que permitan estimar de manera precisa la demanda de agua caliente. En el Manual de diseño para el calentamiento de agua de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) se entregan valores referenciales no sólo para viviendas sino también para otro tipo de infraestructuras.

En el caso de las viviendas unifamiliares, se recomienda estimar una demanda de 40 lts/día por persona y en el caso de las viviendas multifamiliares el criterio de diseño recomendado es de 30 lt/día por persona. Para el cálculo de la demanda de agua caliente en el caso del proyecto de Ciudad Parque Bicentenario¹⁰, se utilizó, como referencia un consumo promedio de 35 litros por persona diario de agua caliente a 55°C por persona (para departamentos).

Para el cálculo de la demanda de ACS en este caso, se utilizarán los datos de CPB.

¹⁰ **Análisis de la Factibilidad de Colectores Solares Térmicos en Edificios Modelo de Ciudad Parque Bicentenario. GTZ/CNE. 2008**

Estos valores deben ser estimados de manera más precisa y considerando los cambios en las conductas de consumo según tipo de clima. Son por ende datos referenciales para establecer un primer acercamiento a una demanda energética total.

Para la estimación de la demanda se requiere además una estimación de la temperatura de la red de agua.

Las temperaturas del agua de la red pueden ser estimadas a partir de las temperaturas exteriores según el método EMS2 (European Simplified Method – DG XII) (Fuente: CNE/GTZ 2008)

$$T_{\text{agua}} = (T_{\text{exterior}} + T_{\text{exterior media}}) / 2$$

donde,

- T_{agua} , la temperatura promedio del agua de la red mensual,
- T_{exterior} , la temperatura exterior promedio del mismo mes,
- $T_{\text{exterior media}}$, la temperatura exterior promedio anual.

Usando estas informaciones referenciales, más los datos de temperatura ya mencionados anteriormente y usando la fórmula:

$$NACS = c_p \times VACS \times (55 - T_{\text{agua red}})$$

Siendo:

- NACS Necesidades energéticas para ACS en kWh/mes
- C_p : Capacidad térmica del agua, $c_p=1,16 \text{ Wh} / (l \cdot K)$
- VACS: Volumen promedio mensual de ACS en litros
- $T_{\text{agua red}}$: Temperatura promedio mensual del agua de la red.

Con esta información, se establece una demanda de energía para de agua caliente sanitaria de

Tabla 9: Demanda ACS Viviendas

Demanda Energía Anual	4.550.326	kwh/año
------------------------------	------------------	----------------

Fuente: elaboración propia

3.1.4 Demanda energética para cocción de alimentos

Otra demanda energética a determinar es el nivel de energía requerido para la preparación de alimentos. No existen datos para la zona al momento de este estudio. Esta demanda es actualmente satisfecha a través de cocinas a leña en la zona y para este estudio no se calcula ninguna estimación.

3.2 Energía para Edificios de Uso Público

En el marco de la demanda de energía para edificios, sería necesario determinar:

- Demanda energética para calefacción
- Demanda energética para Iluminación
- Demanda energética para Agua Caliente sanitaria (ACS)
- Demanda energética para equipos eléctricos (fax, impresoras, PC, etc)

Tal como para el caso de las viviendas, las demandas energéticas de calefacción e iluminación pueden ser determinadas y optimizadas a través de software de simulación.

3.2.1 Demanda de calefacción

En el caso de los edificios no residenciales, no existe actualmente una normativa térmica. A pesar de no existir una normativa, es imperativo que se limite la cantidad de energía a demandar por el edificio en calefacción y que se analicen – a pesar de lo frío del clima – posibles problemas de sobrecalentamiento, pues en el caso de edificios no residenciales, los equipos (computadores, impresoras, cocinas industriales, comedores, etc.) pueden generar calor extra que es una ganancia extra en el invierno pero que en los días de extremo calor en el verano, son una ganancia extra no deseada.

El proceso de diseño de cada una de estos edificios debe incorporar un análisis de la demanda en calefacción para así mejorar la estimación de la demanda de energía total requerida. El MOP de la Región de los Lagos¹¹ estableció una categoría para la región y ha realizado proyectos educacionales y de otro tipo, donde se alcanzan valores B y C. Para el cálculo de la demanda de energía para calefacción en edificios de uso público, se utilizó como referencia una demanda máxima de calefacción de 30 kWh/m²-año, es decir, una clasificación B. En el caso del hospital, se tomo como referencia valores estimados gracias a conversaciones de datos de estudios en desarrollo del PPEE, pues los hospitales dependiendo del grado de complejidad tienen consumos que no siguen la misma caracterización de otros edificios. Para el caso de la Nueva Chaitén se considera un hospital de 100 camas – de mediana complejidad. Esta demanda además incluye la demanda por agua caliente sanitaria.

¹¹ Contacto: Selba Hermosilla Marin, Jefe proyectos MOP Los lagos.

Figura 5: Categoría Energética X Región

Categoría energética X Región	Nivel	KWh/año-m ²
A		0 - 15
B		16 - 30
C		31 - 50
D		51 - 80
E		81 - 100
F		101 - 120

Fuente: MOP Región de los Lagos

Tabla 10: Demanda Energía Calefacción. Uso Público

	m2	kWh/m2-año	kWh-año
gobernación	1.750	30	52.500
comisaria	500	30	15.000
municipalidad	650	30	19.500
Penitenciaria	1.400	30	42.000
Hospital	1.400	200	280.000
Bomberos	680	30	20.400
Capitania Puerto	60	30	1.800
Liceo	1.200	30	36.000
Escuelas (2)	6.000	30	180.000
Jardin Infantil	300	30	9.000
Banco Estado	332	30	9.960
Demanda Térmica (kWh/año)			666.160

Fuente: elaboración propia

3.2.2 Demanda energética para Agua Caliente sanitaria (ACS)

En edificios no residenciales, las demandas de agua caliente pueden ser muy importantes dependiendo de la actividad que se realice. A continuación valores referenciales de las demandas de agua caliente. En el caso de una planificación de un edificio deben estimarse tanto los volúmenes de agua como la temperatura deseada y los perfiles de demanda en el año, pues las tasas de ocupación pueden ser variables en el año o durante el periodo semana – fin de semana.

Tabla 11: Valores referenciales de demanda de ACS a 60°C.

Tipo	Lts/día	Unidad
Hospitales y Clínicas	55	Por cama
Hostales	40	Por cama
Escuelas	3	Por alumno
Cuarteles	20	Por persona
Administrativos	3	Por persona

Fuente: Documento Básico HE Ahorro de Energía del CTE (España).

Con estos datos y una tasa de ocupación estimada para los edificios contemplados en la Nueva Chaitén, se calcularon los siguientes valores de demanda de agua caliente y su demanda de energía.

Tabla 12: Demanda de ACS. Uso Público

	m2	Personas/camas	Lt/día	ACS (lts/día)
Gobernación	1.750	44	5	219
Comisaria	500	13	5	63
Municipalidad	650	16	5	81
Penitenciaria	1.400	35	30	1.050
Hospital	1.400	-	-	-- ¹²
Bomberos	680	17	30	510
Capitania Puerto	60	2	5	8
Liceo	1.200	30	5	150
Escuelas (2)	6.000	150	5	750
Jardin Infantil	300	8	5	38
Banco Estado	332	8	5	42
Demanda de Energía ACS (kWh/año)				60.102

Fuente: elaboración propia.

3.2.3 Demanda Eléctrica

3.2.4 Iluminación y Equipos

Al igual que en el caso de las viviendas, se recomienda establecer demandas de iluminación a través de simulaciones que permitan reducir la demanda energética en iluminación asegurando una calidad de iluminación en ambientes de trabajo.

De acuerdo a estimaciones cruzadas con distintos expertos, se considera como valor promedio una demanda de energía eléctrica para iluminación y equipos de 30 kwh/m2-año. En el caso de los hospitales nuevamente se marca una diferencia, pues hospitales de mediana complejidad

¹² La demanda esta incluida en los cálculos del punto anterior.

requieren de sistemas de refrigeración y tienen una caracterización distinta al resto de los edificios.

Tabla 13: Demanda de Energía Eléctrica. Uso Público

	m2	Kwh/m2-año	kWh/año
gobernación	1.750	30	52.500
comisaría	500	30	15.000
municipalidad	650	30	19.500
Penitenciaria	1.400	30	42.000
Hospital	1.400	100	140.000
Bomberos	680	30	20.400
Capitania Puerto	60	30	1.800
Liceo	1.200	30	36.000
Escuelas (2)	6.000	30	180.000
Jardin Infantil	300	30	9.000
Banco Estado	332	30	9.960
Demanda energía eléctrica (kWh/año)			526.160

Fuente: elaboración propia

3.3 Energía para Alumbrado Público.

En el informe ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN NACIONAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO. Area De Medio Ambiente, Eficiencia Energética Y Energías Renovables. Comisión Nacional De Energía, Mayo 2006 se realiza un catastro de los tipos de luminarias que son utilizados como parte del alumbrado público.

En este estudio se determinan valores medios de costos y de energía consumida por persona. Es necesario considerar que existen tecnologías mucho más eficientes en el mercado para alumbrado público y éstas deben ser consideradas para el diseño de la nueva ciudad. Sin embargo no se consideró ningún dato de eficiencia en este apartado.

Tabla 14 : Costos Medios Alumbrado Público

Item/zona	Norte	Centro	Sur
\$. Año/habitante	1.634	1.188	5.135
kWh/año/habitante	26,9	74,5	65,6

fuentes: CNE, 2006.

Actualmente el PPEE lleva a cabo el proyecto Mejoramiento de la eficiencia energética del alumbrado público en municipios, en el marco del cual se hará un catastro de la tecnología disponible en el mercado nacional y sus características técnicas.

Considerando 65 kWh/año – habitante, Chaitén tendría una demanda eléctrica por alumbrado público de 455.000 kWh/año.

Tabla 15: Demanda Eléctrica Alumbrado Público

AP	455.000	Kwh/año
-----------	----------------	----------------

Fuente: elaboración propia

3.4 Energía para Uso productivo

Además del uso que pueda darse en instalaciones de uso público, es necesario estimar la demanda proveniente de las actividades económicas del sector.

Aserraderos, turismo, ganadería, pesca, para cada una de estas actividades es necesario realizar un catastro de sus requerimientos energéticos. En el caso de Chaitén, no existen datos de industrias de relevancia en la zona. Sólo existe de manera importante actividad ganadera y no se tienen datos de la energía requerida por este sector. Sin embargo, como se desea promover la generación de turismo, se consideró para los cálculos, la existencia de 5 hostales de 20 camas cada uno.

Para la estimación de consumo eléctrico, se consideró una demanda máxima de 50 Kwh/m²-año. (datos CDT)

Tabla 16: Demanda Eléctrica Usos Productivos

Demanda eléctrica total	50.000	Kwh/año
--------------------------------	---------------	----------------

Fuente: elaboración propia

Además se estimo el consumo de ACS para estas actividades, a través del mismo método mencionado anteriormente, pero considerando 60 lt/por cama al día y con temperaturas de 60°C lo que entrega una demanda de energía para ACS de 123.965 kWh/año.

Tabla 17: Demanda ACS. Usos Productivos

Demanda ACS	123.925	Kwh/año
--------------------	----------------	----------------

Fuente: elaboración propia

Otros sectores como panaderías/restaurantes/negocios a pequeña escala no fueron considerados en el cálculo por no tener datos. De todas maneras son cifras pequeñas que no modificarán la toma de decisiones.

Igualmente se deja fuera de análisis los requerimientos energéticos posibles de un sistema de abastecimiento de agua potable a la ciudad.

3.5 Resumen de la Demanda

Tabla 18: Demanda Estimada Total

Demanda Estimada Total			
Viviendas			
	Calefacción	15.750.000	Kwh/año
	Eléctrica	2.307.900	Kwh/año
	ACS	4.550.326	Kwh/año
Uso Publico			
	Calefacción	666.160	Kwh/año
	Eléctrica	526.160	Kwh/año
	ACS	60.102	Kwh/año
	AP	455.000	Kwh/año
Uso productivo			
	ACS	123.965	Kwh/año
	Eléctrica	50.000	Kwh/año
Total	<i>Térmica</i>	<i>21.150.553</i>	<i>Kwh/año</i>
	<i>Eléctrica</i>	<i>3.339.060</i>	<i>Kwh/año</i>

Fuente: elaboración propia

3.6 Bibliografía

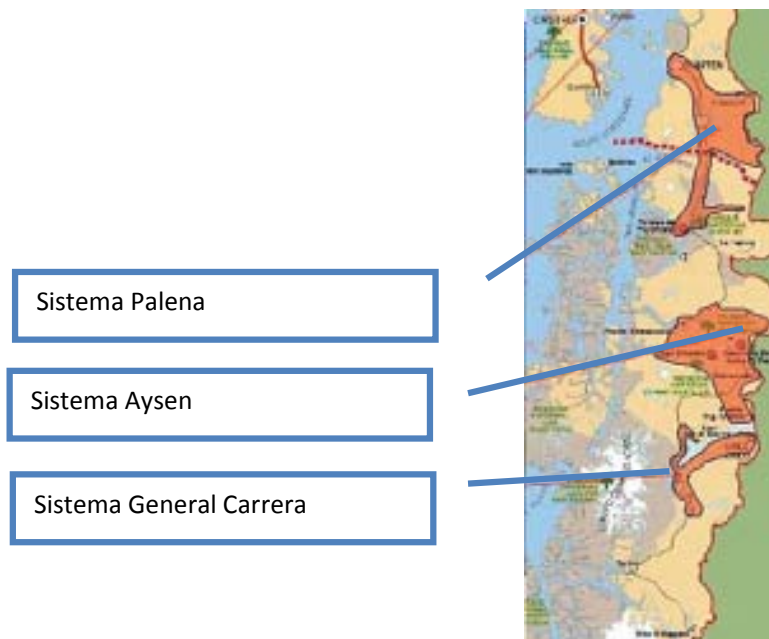
- Documento Básico HE Ahorro de Energía del CTE (España).
- “Comportamiento del Consumidor Residencial y su Disposición a Incorporar Aspectos de Eficiencia Energética en sus Decisiones y Hábitos” 2005. Comisión Nacional de Energía y Departamento de economía de la Universidad de Chile.
- “Estudio Escenarios De Reconstrucción/Relocalización de La Ciudad de Chaitén”. Primer Informe De Avance. Noviembre 2008. Pontificia universidad Católica de Chile – universidad austral de Chile - observatorio de ciudades UC.
- Manual De Aplicación Reglamentación Térmica Minvu. Ordenanza General De Urbanismo Y Construcciones Artículo 4.1.10.
- Norma Chilena. Nch1079- 2008. Arquitectura y construcción – Zonificación climático y habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.
- “Energieeffiziente Siedlungstrukturen. Projekt fuer Energiebewusstes Planen”. Baron, Sascha, 2007.
- “Manual de diseño para el calentamiento de agua de la Corporación de Desarrollo Tecnológico” (CDT) 2007.
- Análisis de la Factibilidad de Colectores Solares Térmicos en Edificios Modelo de Ciudad Parque Bicentenario. 2008. Comisión Nacional de Energía y Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- “Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social”. Bustamante 2009. Ministerio de la Vivienda y Comisión Nacional de Energía.
- Presentación 4to encuentro construcción sustentable “Nuevos Paradigmas” Javier Torres. Dirección Arquitectura MOP Los Lagos.

4 Sistema Eléctrico Chaitén

Chaitén, es parte del Sistema de Palena, el cual es uno de los tres sistemas medianos e independientes del Sistema de Aysén

En esta zona, la empresa Edelaysén S. A. desarrolla en la zona actividades de generación, transporte, distribución y suministro de energía eléctrica, disponiendo para ello de unidades generadoras hidráulicas, eólicas y térmicas a petróleo. Edelaysén es propietaria y operadora de los sistemas eléctricos de Aysén, Palena y General Carrera, además de los sistemas eléctricos de Puerto Cisne e Islas Huichas de capacidad instalada menor a 1.500 [kW].

Figura 6: Sistemas De Palena, Aysen Y General Carrera



Fuente: Edelaysen¹³.

El sistema Aysén tiene una potencia total instalada de 44 [MW] , mientras que el Sistema de Palena tenía a diciembre del 2008, una capacidad instalada de 2 MW. 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.

¹³ http://portal.saesa.cl:7778/portal/page?_pageid=214,414896&_dad=portal&_schema=PORTAL&_requestedpageid=PAG_INICIO_EDE

Tabla 19: Energía Generada Sistema Palena. Año 2008

Tipo de Generación	Central	Producción año 2008 kWh
Térmica	Futaleufú	90.376
Térmica	Palena	15.795
Térmica	Iago verde	15.117
Térmica	Chaitén	130.870
Térmica	La tapera	52.731
Térmica	Puyuhuapi	55.196
Hidráulica	Rio azul	5.794.700
Total Sistema		6.154.785

Fuente:edelaysen.



Según los datos del año 2008, el sistema de Palena, generó cerca de 6.100 MWh y según los datos del 2006, la demanda máxima podría bordear los 1,6 MW.

Tabla 20: Demanda y Consumo Eléctrico Sistema Palena

Año	Energía (kWh)	Dda. Máxima (kW)
2006	7.410.000	1.620
2007	7.743.000	1.693
2008	8.077.000	1.766
2009	8.410.000	1.839
2010	8.743.000	1.912

Fuente:www.cne.cl

Dependiendo de la precisión en la estimación de la demanda de energía de la ciudad, estos datos pueden servir de base para comparación de las estimaciones. Para poder utilizar esta información como parte de la información para la estimación de la demanda, es necesario considerar el efecto eficiencia, que será incorporado en el concepto de planificación de la ciudad y que debería significar importantes ahorros en el nivel de consumo y de potencia demanda en la nueva ciudad.

Las instalaciones de distribución del Sistema de Palena se muestran a continuación:

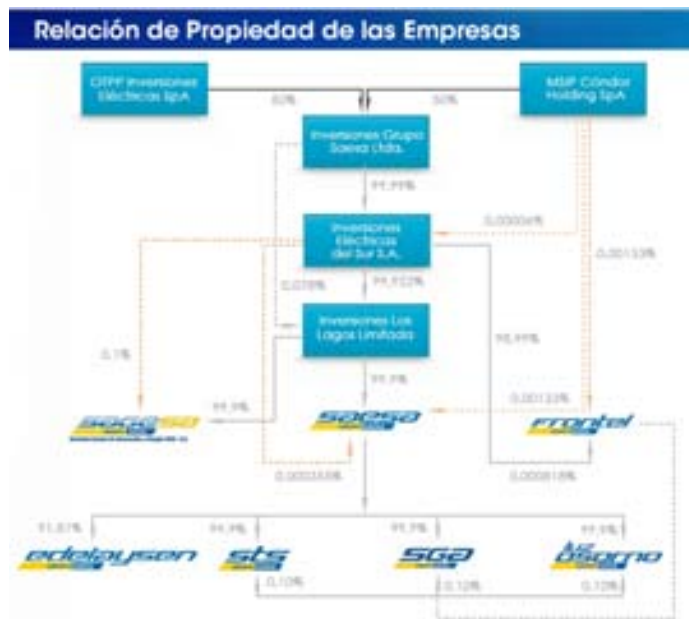
Tabla 21: Instalaciones de Distribución al 15.04.2008

	Kilómetros					
	Trifásicas		Bifásicas		Monofásicas	
Linea MT Empresa	408		116		1	
Linea MT Terceros	2		0		0	
Linea BT Empresa	44		7		70	
Linea BT Terceros	0,1		0		0	
	Cantidad	KVA	Cantidad	KVA	Cantidad	KVA
Transformadores Empresa	0	0	304	3461	0	0
Transformadores Terceros	8	160		0	0	0
Postes MT Empresa	6682					
Postes MT Terceros	32					
Postes BT Empres	1941					
Postes BT Terceros	0					
Reconectados Empresa	5					
Reconectados Terceros	0					
DBC Empresa	2					
DBC Terceros	0					

Fuente: SAESA

La empresa Edelayson es de propiedad de la AFP canadiense Ontario Teachers` Pension Plan (OTPP), junto con Morgan Stanley Infrastructure Partners (MSIP) al grupo energético del sur SAESA.

FIGURA 7: EMPRESAS EDELAYSEN



No se tienen datos precisos respecto de la situación eléctrica actual en la zona ni en términos de generación, ni distribución.

4.1 Regulación eléctrica

EDELAYSEN, al ser concesionaria de servicio público de distribución, está obligada a aplicar precios regulados o fijados por la autoridad a los suministros que satisfacen las condiciones establecidas por el DFL N°1.

El precio de la energía y de potencia, generada está fijado por la autoridad (*precios de nudos*). La última fijación de precios para el sistema fue para el periodo 2007-2010.

Tabla 22: Precios Energía y Potencia Barra de Palena

PNudo de ENERGÍA [\$/kwh]	
	Barra Palena
PNE [\$/kwh]	50,83

PNudo de POTENCIA [\$/kW/mes]	
	Barra Palena
PNP [\$/kW/mes]	6.818,18

Fuente:cne

El precio final al consumidor de energía a fecha de diciembre del 2009, en la zona es de 150\$/kWh¹⁴. La próxima fijación de precio está en curso y los estudios deberían estar durante el 2010¹⁵ lo que dará paso a nuevas tarifas para los próximos cuatro años.

En caso de existir inversiones que hagan variar de manera significativa los niveles de precio en la zona de concesión, es posible revisar las tarifas. Es necesario tener absoluta claridad sobre las implicancias tarifarias de incorporación de nuevas unidades al sistema luego de la fijación de las tarifas. De mismo modo, se deberá tener en cuenta este punto para el análisis de las inversiones requeridas a nivel de distribución.

El Gobierno fomenta el uso de las Energías Renovables No Convencionales, mediante las leyes N° 19.940 y N° 20.257 que mejoran la viabilidad técnica y económica de proyectos pequeños con energías no convencionales. Sin embargo estas leyes sólo generan beneficios y/o incentivos para los sistemas SIC o SING y no se consideran los proyectos que se desarrollen en sistemas medianos, como en el caso de Palena.

¹⁴ http://portal.saesa.cl:7778/portal/page?_pageid=214,414822,214_414840:110_2595576&_dad=portal&_schema=PORTAL

¹⁵ http://www.cne.cl/cnewww/opencms/07_Tarifacion/01_Electricidad/otros_sistemas_medianos/Sistemas_Medanos/proceso2010_2014.html

4.2 Ventajas y Desventajas Santa Bárbara

En este marco, los análisis energéticos de Santa Bárbara se deben orientar a estudiar los costos de conectar esta ciudad con el resto de la red del Sistema de Palena.

El sistema de Palena, basa gran parte de su energía en energía hidráulica, desde la central Rio Azul, esto permite contar con energía limpia y a un costo bajo en la zona. De hecho, según las últimas fijaciones de precio, los precios de nudo del sistema de Palena, son los más bajos de los tres sistemas independientes de la zona.

Esta ventaja permitiría reducir los niveles de inversión requeridos para abastecer Santa Bárbara, manteniendo precios bajos.

El incluir sistemas de energías renovables al sistema de Palena, permitiría no solamente alimentar a la nueva Chaitén sino también proveer de energía limpia al resto de las comunidades, como Futaleufu y Puyuhuapi, siendo un beneficio para la provincia.

Se debe analizar por ende, las condiciones de la concesión de Edelaysen y establecer el plan de costos de sistemas de distribución necesarios para la conexión eléctrica.

La distancia y la topografía del lugar deben ser analizadas para analizar la factibilidad, sin embargo considerando que Santa Bárbara y Chaitén están unidos por 12 km por la ruta 7, se presume una factibilidad positiva.

4.2.1 Bibliografía

- Informe Técnico Con Observaciones y Correcciones A Estudio Presentado Por Empresa Edelaysén S.A. Cuadrienio 2007-2010. Agosto de 2006.
- Reporte Anual 2008. Empresa Eléctrica de Aisén S.A.

5 Energía Solar

La energía solar puede ser utilizada ya sea para generar energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos o para generar agua caliente a través de sistemas de colectores solares térmicos.

5.1 Sistemas Fotovoltaicos

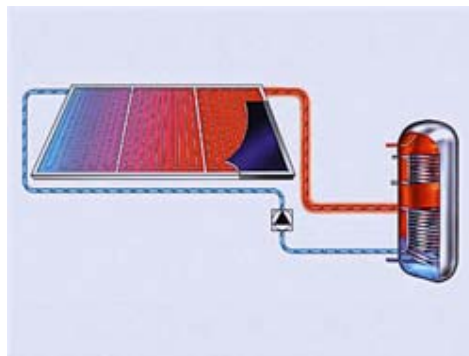
Estos sistemas no se consideran relevantes en este estudio. Los niveles de eficiencia en conjunto a las condiciones climáticas no hacen de esta tecnología, una tecnología atractiva.

5.2 Colectores Solares Térmicos

5.2.1 Antecedentes técnicos

Los sistemas solares térmicos utilizan la radiación del sol y la transforman a través una superficie captadora en calor. Para ello se utiliza un colector o absorbedor que transforma la radiación solar en calor y lo transfiere a un medio, que puede ser agua o a alguna mezcla líquida, para su utilización posterior.

En el caso de los sistemas directos el calor es transferido directamente desde el sistema de colectores al medio (agua) el cual es posteriormente acumulado en un estanque desde donde se abastecen los requerimientos.



El sistema indirecto se utiliza un intercambiador de calor para transferir el calor desde el colector al estanque de utilización final.

Los principales componentes de un sistema solar térmico son los colectores o absorbedores, que transforman la energía solar en calor, transfiriéndolo a un medio, una red que transporte este medio, un intercambiador de calor (en el caso de los sistemas indirectos) y un acumulador.

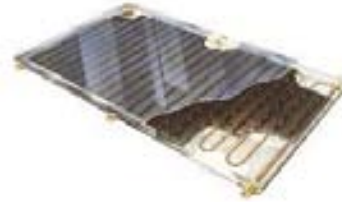
En un sistema de colectores solares térmicos existirán pérdidas en el colector, en la red transportadora y en el acumulador, las cuales son reducidas a través de un buen diseño. Para

determinar el grado de pérdidas de un sistema solar térmico, existe el indicador de “Grado de utilización del sistema”, el cual está definido como la relación entre la energía utilizable del sistema respecto de la energía recibida por la superficie de los colectores.

Colectores Solares

Existen básicamente dos tipos de colectores en el mercado:

Colectores planos, los cuales tienen un absorbedor usualmente de metal en una caja con una cubierta transparente y un aislante térmico. La cubierta transparente evita que la radiación se escape. Estos colectores son usualmente utilizados en aplicaciones de temperatura moderada (por ejemplo, agua caliente sanitaria, calefacción, piscinas y algunos procesos térmicos)



Los colectores de tubos al vacío, tienen un colector de metal, el cual está contenido en un tubo de vidrio. Las pérdidas térmicas de estos colectores son muy bajas. Este tipo de colectores son útiles en aplicaciones donde la temperatura requerida es moderada o alta (agua caliente sanitaria, calefacción y procesos térmicos donde se requieren 60 a 80°C), particularmente en climas fríos.



En un sistema de colectores solares térmicos, se diseña la distribución de los colectores (conexión) de manera de lograr el mayor aporte posible al sistema.

Acumulador

Dado que en los sistemas térmicos la demanda no es idéntica a la producción de agua caliente, se requiere de un acumulador que permita generar los volúmenes de agua caliente según los requerimientos.

Usualmente en la parte inferior tienen intercambiador de calor que transfiere el calor desde el medio a estanque. En la parte superior se puede instalar un sistema convencional que permita cubrir el diferencial de temperatura entre el aporte solar y la demanda.

Medio Líquido

En el caso de climas fríos, el medio líquido que transporta el calor desde los colectores al acumulador, es una mezcla líquida con un anticongelante que previene que se congele y dañe el sistema.

Sistema de Control

En un sistema solar térmico existirá un sistema de control que activará la circulación cuando exista calor utilizable desde los colectores solares (existen los termosifones que no requieren este controlador) hacia el estanque.

5.2.1.1 Dimensionamiento de un sistema solar

Los sistemas solares térmicos requieren de un sistema de apoyo energético externo, pues no cubren la demanda anual de agua caliente en un 100%. En general los sistemas solares térmicos se diseñan para cubrir un 60% de la demanda anual de agua caliente. Cuando los sistemas se diseñan por sobre estos niveles, existen problemas de excedentes durante los periodos de verano que no pueden ser utilizadas. Cuando esto sucede, la eficiencia del sistema global se reduce, Esto significa que al aumentar el grado de cobertura, el grado de utilización del sistema solar se reduce.

Los sistemas solares térmicos pueden ser diseñados para aportar a los requerimientos de calefacción, cuando se requiere calefacción durante todo el año incluido el periodo de verano.

En caso de viviendas de alta eficiencia los sistemas solares térmicos también pueden ser utilizados para calefacción, pues en estas viviendas, la demanda de energía para calefacción tiene el mismo orden que la demanda de agua caliente sanitaria.

5.2.1.2 Inclinación y orientación de los colectores

La orientación y la inclinación de los colectores juegan un rol importante en la determinación de las ganancias solares.

La orientación óptima para la instalación de colectores solares térmicos es la dirección Norte, para aprovechar la máxima radiación solar.

Inclinación óptima: la inclinación óptima de los colectores dependerá de los objetivos deseados en cobertura.

Tabla 23: Inclinación de los colectores

Tipo de consumo	Angulo Optimo
Consumo constante anual	Latitud geográfica del lugar
Consumo preferente invierno	Latitud geográfica + 10°
Consumo preferente verano	Latitud geográfica -10°

Fuente: Bustamante (2009)

Se debe siempre resguardar que los colectores reciban sombras de objetos cercanos.

5.2.1.3 Tipos de conexiones

Los colectores pueden ser instalados en sistemas series o paralelos o una combinación de ambas. Cada diseño determinará las temperaturas y los caudales que el sistema puede entregar. En general el fabricante recomienda la cantidad de colectores máximos a instalar en serie y/o en paralelos.

5.2.1.4 Protección contra heladas

En el caso de Santa Bárbara, las temperaturas obligan a considerar sistemas intermedios, donde un líquido anticongelante sea el encargado de transportar el calor desde lo captado en

radiación solar al sistema final de entrega, dado el riesgo de descensos de temperaturas que comprometan el funcionamiento del sistema.

5.2.1.5 Sistema de tratamiento del agua

Dependiendo de la dureza del agua, se recomienda instalar un sistema de tratamiento del agua para incrementar la vida útil de los elementos en contacto con esta. Para conveniencia sanitaria y técnica, la dureza del agua debe presentar valores entre 150 mg/l y 250 mg/l de caliza (CaCO₃). Fuente: CPB

5.2.1.6 Aislación de tuberías

No existe hoy en día una normativa que regule el nivel de aislación de instalaciones residenciales ni industriales para sistemas de calefacción y refrigeración. Este es sin embargo un ítem de gran relevancia en los niveles de eficiencia de un sistema de colectores solares.

A continuación se presenta la normativa alemana de aislación de tuberías, a modo referencial.

Tabla 24: Aislación Térmica de sistemas de distribución de calor y sistemas de distribución de agua caliente, tuberías de distribución de frío y de agua fría¹⁶.

Tipo de Tubería	Espesor mínimo de la capa aislante, en relación con un material de capacidad de transmisión de calor de 0,035 W/(m·K) ¹⁷
diámetro interior hasta 22 mm	20 mm
diámetro interior sobre 22 mm hasta 35 mm	30 mm
diámetro interior sobre 35 mm hasta 100 mm	Idéntico al diámetro interior
diámetro interior sobre 100 mm	100 mm

Fuente: ENEV 2009

5.2.1.7 Garantías y Certificados

Otro factor importante a considerar cuando se analiza la factibilidad técnico-económica de los colectores solares térmicos, es el tipo de certificación de los equipos y los niveles de garantía entregada por el fabricante. Estos pueden diferir significativamente de un productor a otro. En el marco del proyecto de Ciudad Parque Bicentenario se recomendó el uso de certificaciones internacionales, tal como la certificación europea “Solar KeyMark” desarrollada por la *European Solar Thermal Industry Federation* junto con el Comité Europeo de Estandarización.¹⁸

5.2.2 Costos de inversión, Costos de mantención y Costos operativos

Según el informe “Análisis de la Factibilidad de Colectores Solares Térmicos en Edificios Modelo de Ciudad Parque Bicentenario. GTZ/CNE” los costos de inversión podrían variar entre

¹⁶ Traducción de Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen, Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen

¹⁷ En materiales con otros coeficientes distintos a 0,035 W/(mK) se deben recalcular los espesores mínimos.

¹⁸ Análisis de la Factibilidad de Colectores Solares Térmicos en Edificios Modelo de Ciudad Parque Bicentenario. GTZ/CNE.

\$300.000 y \$500.000 por m² de colector instalado (equipos y mano de obra incluidos). Dicho valor es resultado de encuestas dirigidas a proveedores de equipos solares calculados en el estudio de mercado realizado para la Comisión Nacional de Energía (CNE) en el marco del “Programa de Collectores Solares” 2005-2007. Es necesario considerar que esta evaluación se encuentra en pesos a agosto de 2006, fecha aproximada de la obtención de los datos.

Las operaciones de control y mantenimiento de cada sistema son relativamente básicas, las cuales consisten principalmente en:

- Chequear la presión del circuito primario.
- Limpiar los colectores solares cuando la auto-limpieza no sea suficiente.
- Chequear el buen funcionamiento de la instalación.

En general, estos sistemas tienen costos de operación y mantenimiento muy bajos. Las eventuales averías pueden ocasionar gastos puntuales, es decir, reparaciones y/o repuestos de ciertos equipos de la instalación.

5.2.3 Antecedentes legales

5.2.3.1 Franquicia Tributaria.

El año 2009, se promulgó en Chile una ley que entrega una franquicia tributaria -que va entre un 20% a un 100% del valor del sistema solar térmico- a la instalación de colectores solares en viviendas nuevas de hasta 4.500 UF.

Este beneficio es escalado y puede ser muy atractivo en el caso de Santa Bárbara, pues en el caso de viviendas cuyo valor no exceda de 2.000 UF el beneficio es equivalente a la totalidad del valor del respectivo sistema solar térmico y su instalación.

Los inmuebles que tengan un valor superior a 2.000 UF pero no excedan las 3.000 UF, tendrán un beneficio equivalente al 40% del valor del respectivo sistema solar térmico y su instalación; mientras aquellas que estén sobre las 3.000 UF y hasta las 4.500 UF recibirán un beneficio equivalente al 20% del valor de dichos sistemas y su instalación. En ninguno de estos casos el beneficio podrá superar las 32,5UF por vivienda.

En el caso de Santa Bárbara es posible utilizar esta franquicia para generar agua caliente sanitaria, la cual podría incluso diseñarse para generar agua caliente para el sistema de calefacción.

5.2.4 Ventajas y Desventajas para Santa Bárbara

Nivel de radiación: El nivel de radiación permite la incorporación de esta tecnología para la generación de agua caliente tanto en uso domiciliario como en otra tipología de edificio.

La cantidad de agua caliente generada por este sistema está directamente relacionada con el comportamiento de la radiación en el tiempo, esto implica que no existirá una “generación” estable en el tiempo (invierno/verano) y que se necesitará un sistema de respaldo para cubrir los vaivenes de la demanda y de la oferta de radiación.

En el caso de Santa Bárbara, el clima permite tener un sistema solar térmico apoyando la calefacción dado que las temperaturas del lugar exigen un sistema de calefacción – a priori - permanente todo el año.

Esto implica la instalación en cada vivienda de un sistema individual o bien también es posible diseñar un sistema de generación de agua caliente que abastezca a una zona.

Un sistema individual no requiere de una gestión compleja – como un sistema centralizado de entrega de agua caliente, donde se requiere de un mecanismo organizado para la distribución, medición y facturación de los servicios – sin embargo, los niveles de eficiencia se reducen en comparación con sistemas centralizados. El nivel de densidad de las unidades habitacionales será uno de los factores claves para evaluar el desempeño de un sistema descentralizado vs un sistema centralizado.

Un punto importante a considerar el punto mencionado por el estudio de la UC donde se menciona que “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).” Es necesario analizar a través de estudios de sombreado si los cerros no significan ningún riesgo para la eficiencia del sistema.

Una ventaja de esta tecnología es la existencia de la franquicia tributaria que permite instalar estos sistemas sin incurrir en subsidios “extras” para el Estado, lo cual puede reducir el “ruido” en otros sectores del país.

Los CST, son sistemas de baja complejidad de mantención y de operación y por ende tienen una ventaja en sistemas urbanos aislados, donde los sistemas que requieran asistencia técnica constante puedan generar inconvenientes. Esta tecnología es recomendada en escenarios vulnerables, como este, por lo que desde ese punto de vista tienen una ventaja.

La principal desventaja de los sistemas solares térmicos, es que sólo pueden responder en parte a la demanda y requieren de un sistema de apoyo es necesario para asegurar que los requerimientos sean satisfechos. Estos sistemas de apoyo son a través de calderas convencionales las cuales pueden ser alimentada por diesel o gas, o biogás, o por biomasa. Será este sistema el que finalmente definirá el costo operativo del sistema de calefacción y/o de generación de agua caliente.

5.2.5 Bibliografía

- Informe Final Análisis De Alternativas Tecnológicas Con Colectores Solares En Escuelas O Internados Rurales.
- Clean Energy Project Analysis: Retscreen® Engineering & Cases Textbook. Solar Water Heating Project Analysis, 2004.
- Análisis de la Factibilidad de Colectores Solares Térmicos en Edificios Modelo de Ciudad Parque Bicentenario. 2008. Comisión Nacional de Energía y Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ).

6 Energía eólica

6.1 Antecedentes técnicos de la tecnología

La energía eólica es una forma indirecta de la energía solar. El viento se origina por el desigual calentamiento de la superficie terrestre que por diferencia de temperaturas y presiones atmosféricas ocasiona el movimiento de las masas de aire.

La energía cinética del viento puede transformarse en energía útil, tanto mecánica como eléctrica. Los aerogeneradores son equipos que transforman la energía cinética del flujo del aire en energía eléctrica y la cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento. Al instalar aerogeneradores en conjunto, conformando los denominados parques eólicos.

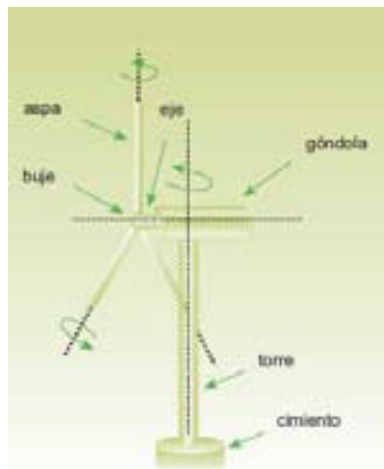
Un proyecto eólico estará compuesto por:

- Uno o varios aerogeneradores
- Cables internos subterráneos entre los aerogeneradores y el punto de conexión a la red eléctrica
- Transformador o subestación eléctrica
- Caminos de acceso
- Caseta de control
- Estación meteorológica

Aerogeneradores

Los aerogeneradores están compuestos por el rotor con aspas y bujes situado en la copa de una torre, la góndola con caja multiplicadora, generador eléctrico, freno mecánico, controlador electrónico y mecanismo de orientación.

Figura 8: Aerogenerador Típico

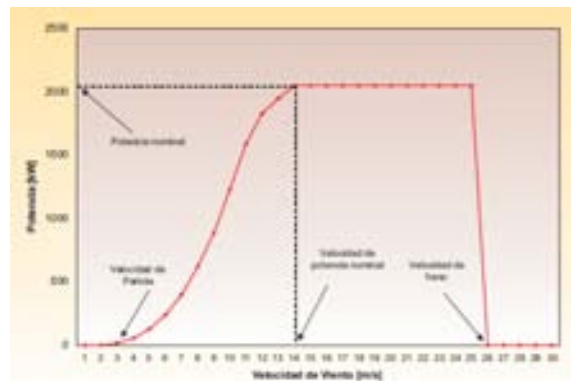


Fuente: CNE/GTZ

El viento pasa sobre la superficie de las aspas ejerciendo una fuerza de sustentación sobre ellas que hace girar el rotor. Este movimiento de rotación es transferido al eje principal y en la mayoría de los aerogeneradores es amplificado mediante una caja multiplicadora que aumenta la velocidad de rotación del rotor hasta la velocidad de rotación de un generador.

La energía extraída por un aerogenerador depende de la velocidad del viento en el lugar de emplazamiento, el área del rotor, el diseño técnico y la densidad del aire. La velocidad del viento es la variable más importante en el rendimiento de un aerogenerador. La potencia nominal es la que se alcanza a la velocidad nominal la cual bordea en la mayoría de los casos los 12-15 m/s.

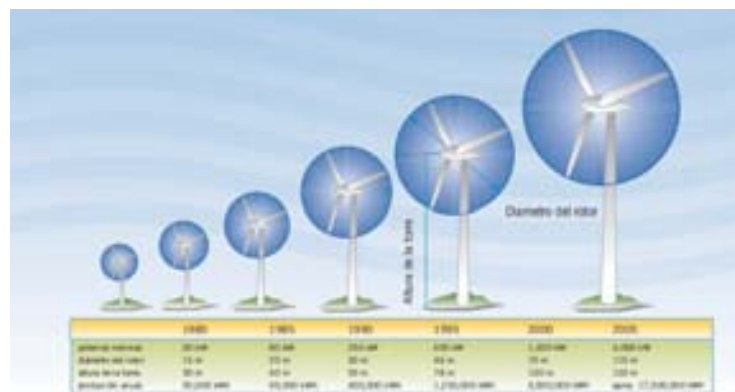
Figura 9: Relación viento y potencia nominal



Fuente: CNE/GTZ

La altura de las torres también influye pues normalmente a mayor altura mayor es la velocidad del viento.

Figura 10: Potencia de aerogeneradores



Fuente: CNE/GTZ

La suma de las potencias individuales determinará la capacidad de generación del proyecto. Los tamaños de los aerogeneradores varían desde 5 kW hasta 6 MW de potencia. Los sistemas pequeños son usados en aplicaciones de redes aisladas.

Factores de Planta

Una característica importante de sistemas eólicos es que la energía generada dependerá de la disponibilidad del recurso viento. Por esto, los sistemas eólicos no generan energía constantemente durante todo el periodo y se caracterizan por factores de planta bajos.

El factor de planta, el cual indica el grado de utilización de una planta productiva, en un período de producción. Un factor de planta igual a 1 indica que la planta trabajó a plena capacidad durante todo el período considerado para su comparación.

Según los datos de la CNE y de Corfo de proyectos que están desarrollados, como el caso de Alto Baguales y para proyectos en desarrollo, los factores de planta fluctúan entre 30 y 40%.

Tabla 25: Factores de planta de proyectos eólicos

	Estado	Potencia (kW)	Factor de Planta	Potencia Firme (kW)	Energía Anual estimada (GWh/año)
Llay llay	proyecto	40.000	29%	11.600	101
Dunas de chanco	proyecto	130.000	27%	35.000	307
Lebu 2	proyecto	40.000	33%	-	115,6
Ventus Solaris I	proyecto	200.000	35%	52500	613,2
Ventus Solaris II	proyecto	180.000	33%	44550	520,3
Ventus Solaris III	proyecto	80.000	35%	21000	245,28
Baguales 1	desarrollado	660	40%	264	2,3
Baguales 2	desarrollado	660	40%	264	2,3
Baguales 3	desarrollado	660	40%	264	2,3

Fuente: Elaboración propia. Datos CNE/CORFO

6.2 Potenciales y Mediciones eólicas

El parámetro más significativo en la elección de una zona para instalar un generador eólico es la velocidad del viento. Buenos valores para evaluar los recursos de viento están en torno a velocidades mínimas de 3 a 4 [m/seg]. Con dispositivos especiales se mantiene constante la potencia para velocidades comprendidas dentro de un amplio intervalo (por ejemplo, entre 2 y 12 [m/seg].) y se interrumpe su funcionamiento para velocidades del viento normalmente superiores a 18-20 [m/seg]. Si el viento sopla de modo constante y con suficiente intensidad durante ocho o nueve meses al año, el emplazamiento será excelente. Fuente:CNE/GEF

Una de las características de este recurso es su condición de variabilidad, dado que depende de las condiciones atmosféricas. Por esto para evaluar el potencial uso de este recurso es necesario realizar mediciones de viento para una evaluación del potencial energético en el lugar. Las zonas más favorables para la ubicación de proyectos eólicos son las áreas costeras, llanuras interiores abiertas, valles transversales y zonas montañosas donde existe el mayor potencial de viento.¹⁹

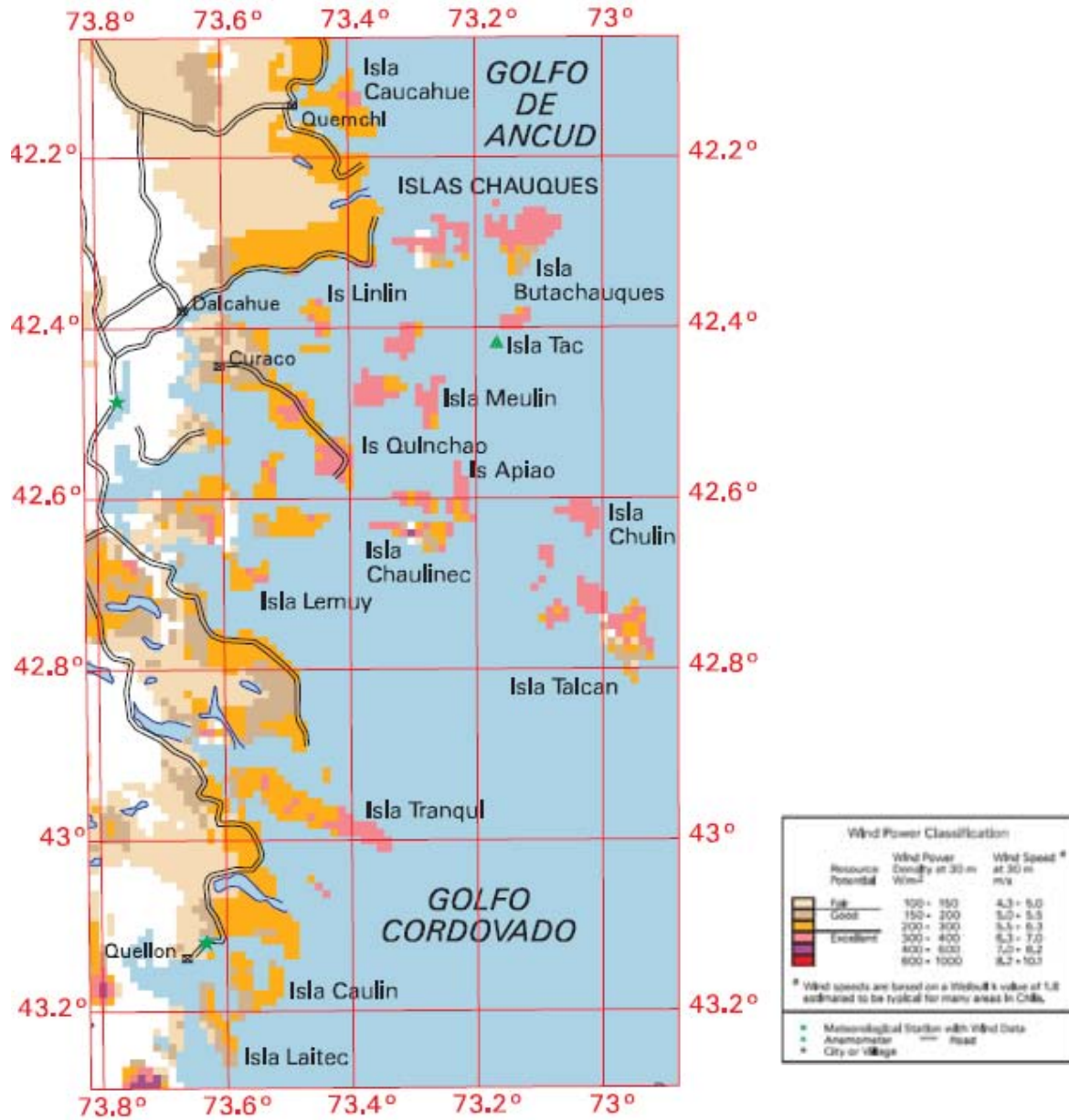
La altura de la medición es un factor importante y condicionará el costo del estudio asociado. Para una primera estimación del potencial eólico, se puede considerar la instalación de torres de medición de 20 metros de altura que aproximadamente podrían costar 500 UF. Ahora bien, para mayor precisión es necesario utilizar torres de mayor altura. Una torre de 80 m con todos los instrumentos de medición requeridos puede llegar a costar aproximadamente 2.000 UF²⁰.

El National Renewable Energy Laboratory (NREL) desarrolló para la Comisión Nacional de Energía (CNE) un mapa preliminar del potencial eólico del archipiélago de Chiloé para evaluar el recurso para aplicaciones rurales no conectadas a red. En este mapa, se muestran potenciales para esta zona calificados de bueno – excelentes con estimaciones de velocidades de viento a 30 metros de 5,5 a 7 m/s.

¹⁹ Guía para la evaluación ambiental energías renovables no convencionales. CNE/GTZ. 2006.

²⁰ Consulta con expertos.

Figura 11: Potencial Eólico archipiélago Chiloé



Fuente National Renewable Energy Laboratory. <http://www.nrel.gov/>

Se están realizando mediciones en el sector del nuevo aeródromo de Chaitén, pero estos datos no fueron lo suficientemente precisos para evaluar el potencial de la zona. Sin embargo dada las características de la zona es de esperar un buen potencial para generación eléctrica vía aerogeneradores.

6.3 Proyectos existentes

En Chile, existen varios proyectos de abastecimiento de pequeñas localidades eléctricamente aisladas que se han materializado como parte del Programa de Electrificación Rural. El proyecto piloto de generación eólica en la Isla Tac, en el Archipiélago de Chiloé (Región de Los Lagos) es la mayor de estas iniciativas, con dos aerogeneradores de una potencia de 7,5 kW cada uno. El proyecto se encuentra en operación desde octubre del año 2000 y corresponde a un sistema híbrido eólico-diesel que ha beneficiado a 79 familias y a 3 centros comunitarios de la isla.

Por otra parte, el año 2001 se inauguró el parque eólico “Alto Baguales” el cual cuenta con tres aerogeneradores (660 kW c/u) con una capacidad conjunta de 2 MW y se encuentra conectado al Sistema Eléctrico de Aysén.

El año 2008, esta central generó 7.540 MWh, es decir, una cantidad similar a toda la energía demanda en el sistema del Palena, el año 2006.

Tabla 26: Generación Parque Eólico Baguales

	AÑO 2008	
	MWh	%
TERMOELECTRICA	33.517	24,03%
HIDROELECTRICA	98.398	70,58%
EOLICA	7.540	5,41%
TOTAL ENERGIA	139.455	100%

Fuente: SAESA.

6.4 Costos

6.4.1 Estudios

Los estudios de pre-factibilidad pueden costar hasta los 3.500 UF²¹.

6.4.2 Inversión

Tal como se mencionó anteriormente, en Chile existen parques eólicos funcionando, y uno de ellos en la región de Aysén, mas particularmente en el sistema de Aysén. Por otra parte, CORFO informa de varios proyectos eólicos en estudio.

Esta información permite tener un orden de magnitud de los costos de inversión de estos sistemas, el cual bordea los 1800 US\$/kW. La vida útil considerada para proyectos eólicos es de 20 años.

²¹ Consulta con expertos.

Tabla 27: Proyectos eólicos en Chile

	Potencia (kW)	Factor de Planta	Energía Anual estimada (GWh/año)	Inversión estimada (US)	Inversión estimada (US/kW)
Llay llay	40.000	29%	101	80.000.000	2000
Dunas de chanco	130.000	27%	307	260.000.000	2000
Lebu 2	40.000	33%	115,6	82.000.000	2050
Ventus Solaris I	200.000	35%	613,2	400.000.000	2000
Ventus Solaris II	180.000	33%	520,3	400.000.000	2222
Baguales 1	660	40%	2,3	1.086.494	1646
Baguales 2	660	40%	2,3	1.086.494	1646
Baguales 3	660	40%	2,3	1.086.494	1646

Fuente:CNE

6.4.3 Costos de operación

El costo de operación de un sistema viene dado por los costos de combustibles más los costos de operación y mantenimiento. En el caso de los sistemas eólicos – y en general en sistemas de energías renovables – los costos de operación son más bajos que de los sistemas convencionales, mientras que los costos de inversión en sistemas convencionales son más elevados.

Para tener una referencia, a continuación un cuadro resumen de los costos utilizados en la última fijación de precios del sistema de Aysén. Cabe notar que el costo de combustible para el caso del sistema eólico e hidráulico es cero, vs los 130 USD/MWh de los sistemas diesel de la zona. Por otra parte, el costo de mantenimiento y operación del sistema eólico es el más elevado seguido por el sistema hidráulico y finalmente el sistema convencional de generación diesel.

Tabla 28: Costos proyectos Aysen y Palena

Tipo	Valor Inversión (US\$/kW)	Costo operación (USD/MWh) (variable Combustible)	Costo operación variable No Combustible COyM (USD/MWh)	Costo Variable [US\$/MWh]	Factor de Planta
Motor Diesel	1.302	131,53	3,70	135,23	100%
Motor Diesel	1.302	131,53	3,70	135,23	100%
Motor Diesel	1.302	131,53	3,70	135,23	100%
Motor Diesel	519	131,53	3,70	135,23	100%
Motor Diesel	519	131,53	3,70	135,23	100%
Motor Diesel	519	131,53	3,70	135,23	100%
Motor Diesel	519	131,53	3,70	135,23	100%
Hidráulica	1.612	0,00	1,65	1,65	74%
Hidráulica	1.612	0,00	1,65	1,65	74%
Hidráulica	1.488	0,00	1,65	1,65	47%
Hidráulica	1.488	0,00	1,65	1,65	47%
Eólica	1.646	0,00	6,90	6,90	40%
Eólica	1.646	0,00	6,90	6,90	40%
Eólica	1.646	0,00	6,90	6,90	40%

Fuente:CNE

6.5 Impactos Ambientales

Los proyectos eólicos de generación eléctrica no generan efectos significativos sobre los recursos naturales renovables incluido suelo, agua y aire. Los proyectos de generación eólica no generan emisiones de polvo o gases, efluentes o residuos.

Sin embargo los impactos que se deben considerar en el análisis de proyectos eólicos son:

6.5.1 Alteración del paisaje

Este puede ser uno de los impactos más importantes en proyectos eólicos para la zona dado el alto valor del paisaje para la zona. Por esto es necesario evaluar el emplazamiento de manera que no altere el paisaje, para esto se recomienda utilizar métodos de visualizaciones digitales para evaluar un potencial emplazamiento.

6.5.2 Generación de ruido

El nivel de ruido de un rotor aumenta con la quinta potencia de la velocidad de la punta de la pala. Los valores presentados a continuación representan el sonido máximo emitido por un

aerogenerador considerado como una fuente puntal en el terreno. Para la evaluar el nivel de ruido, es necesario realizar estimaciones acústicas. Esto permitirá escoger un emplazamiento que no interfiera con la zona de emplazamiento urbano escogido.

Tabla 29: Velocidad de rotor y nivel de ruido para distintos aerogeneradores

Potencia Instalada (kW)	Velocidad de giro (rpm)	Nivel de ruido (dB(A))
30	~ 71	~ 93
300	~ 20 - 46	~ 99
1500	~ 9 -20	~ 104
3000	~ 8 - 19	~ 104-107
4500	~ 8 - 13	~ 107

Fuente: CNE/GTZ.

En los estudios de impacto ambiental también hay que tener en consideración el eventual impacto sobre la avifauna.

6.5.3 Proyecciones de sombra

Los aerogeneradores pueden proyectar sombras en zonas no deseadas. Es necesario evaluar el emplazamiento no sólo por el efecto visual que puede tener el efecto de interferencia de un aspa rotando sino además para evitar que las sombras generen efectos negativos en las ganancias de edificios cercanos. La proyección de sombra, no es sin embargo, considerado un impacto relevante.

6.5.4 Impactos ambientales en la fase de construcción

Existen otros impactos ambientales ligados a la fase de construcción de un sistema eólico que deben ser analizados tales como, el impacto vial en la zona o la generación de desecho sólidos durante esta fase, así como el impacto que puede generarse por la ubicación geográfica del proyecto que implique alguna amenaza para la fauna y/o flora.

6.6 Antecedentes Legales

6.6.1 Ley ERNC

La ley de ERNC que fomenta las energías renovables no convencionales no es aplicable a sistemas medianos.

6.6.2 Normativa ambiental

Según la información publicada en la “Guía para evaluación ambiental. Energías Renovables no convencionales. Proyectos Eólicos” (CNE/GTZ), la mayoría de los proyectos de inversión en el sector eléctrico deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) – ya sea a través d un Estudio de una Declaración dependiendo del tipo de proyecto que se trate, para obtener los permisos de carácter ambiental necesario.

De acuerdo a lo establecido en la ley 19.300 , los proyectos de generación eléctrica, utilizando o no recursos renovables no convencionales deberán someterse al SEIA sólo si se trata de centrales generadoras de energía mayores a 3 MW. Proyectos menores a 3MW deberán también someterse al SEAI siempre y cuando se proyecte su localización en un parque nacional o un área colocada bajo protección oficial.

Para un Estudio de Impacto Ambiental el plazo legal máximo es de 120 días a diferencia de la Declaración de Impacto ambiental que cuenta con 60 días. Ambos plazos son ampliables solo una vez por 60 y 30 días respectivamente.

6.7 Plazos

Para el desarrollo de un proyecto eólico se deben considerar, los plazos de los estudios, de los permisos legales ambientales y de la fase de construcción de la planta. Para esta última fase, en caso de proyectos de pequeña escala, se puede considerar entre 5-7 semanas

6.8 Ventajas y Desventajas para Santa Bárbara

Ventajas: La generación eólica es compatible con otros usos de suelo, tales como el agrícola o ganadero. Es una tecnología madura y utilizada en la región de Aysen.

No generan ningún tipo de emisiones contaminantes, sin embargo, pueden generar impactos visuales o emisiones de ruidos que deben ser evaluadas en el marco del proyecto.

Desventaja: Los sistemas eólicos tienen bajos factores de planta, es decir, que no permiten generar energía de manera constante todo el año. Esto implica que a un mismo nivel de inversión, y considerando costos de operación y mantenimiento similares, las plantas de mayor factor de planta – como las centrales hidráulicas - serán más rentables.

En sistemas aislados, se requiere en sistemas eólicos de la existencia de sistemas de apoyos que permitan tener un sistema fiable de generación de energía de manera constante. Por tanto, en caso de considerar Santa Bárbara una unidad separada del resto de la red se requeriría un sistema híbrido de energía para asegurar una entrega de energía constante según los requerimientos de la demanda. De acuerdo a la demanda eléctrica estimada, se requeriría del orden de 1 MW de potencia eólica, como cota superior.

En el caso de que el sistema de Palena incluyera la nueva Chaitén, el sistema eólico iría en un mix junto con las otras energías – hidráulico y térmico con el que cuenta el sistema actualmente - por lo que la potencia requerida es baja – cientos de kilowatts - y debe ser analizado con más detalle la factibilidad de incorporar un sistema eólico de pequeña potencia para generar y abastecer la demanda total del sistema de Palena.

Sin embargo, es necesario estudiar el impacto de un sistema eólico en un sistema pequeño de alimentación eléctrica pues se requiere de sistemas que permitan la entrada y salida de energía del despacho sin causar problemas técnicos.

Otro punto relevante en este análisis deben ser los plazos de la puesta en marcha de la planta. En el caso de los sistemas eólicos, se requiere medir al menos un año para establecer el potencial de generación de la zona. En Chaitén si bien se han realizado mediciones desde abril

del 2009, es necesario ahondar más sobre la utilización de estos datos, pero podría ser una ventaja contar con información de los últimos 8 meses.

Una vez determinado el potencial, la fase de construcción es un proceso rápido, lo cual es una ventaja.

6.9 Bibliografía

- *Guía para evaluación ambiental. Energías Renovables no convencionales. Proyectos Eólicos.* 2006. CNE/GTZ.

7 Energía hidráulica

7.1 Antecedentes técnicos de la tecnología

“Una central hidroeléctrica es un conjunto de obras destinadas a convertir la energía cinética y potencial del agua, en energía utilizable como es la electricidad. Esta transformación se realiza a través de la acción que el agua ejerce sobre una turbina hidráulica, la que a su vez le entrega movimiento rotatorio a un generador eléctrico. La potencia obtenida a través de los recursos hidráulicos depende del volumen de agua que fluye por unidad de tiempo y de la altura de caída de ésta”. Fuente: CNE

No existe un criterio único de clasificación de pequeñas centrales hidroeléctricas, en función de su capacidad. Presentamos a continuación la clasificación según información de la CNE:

Tabla 30 : Clasificación Centrales hidroeléctricas

	Pequeñas centrales	Mini centrales	Micro centrales
Potencia típica	1 – 5 MW	100 kW- 1 MW	1,5 - 100 kW

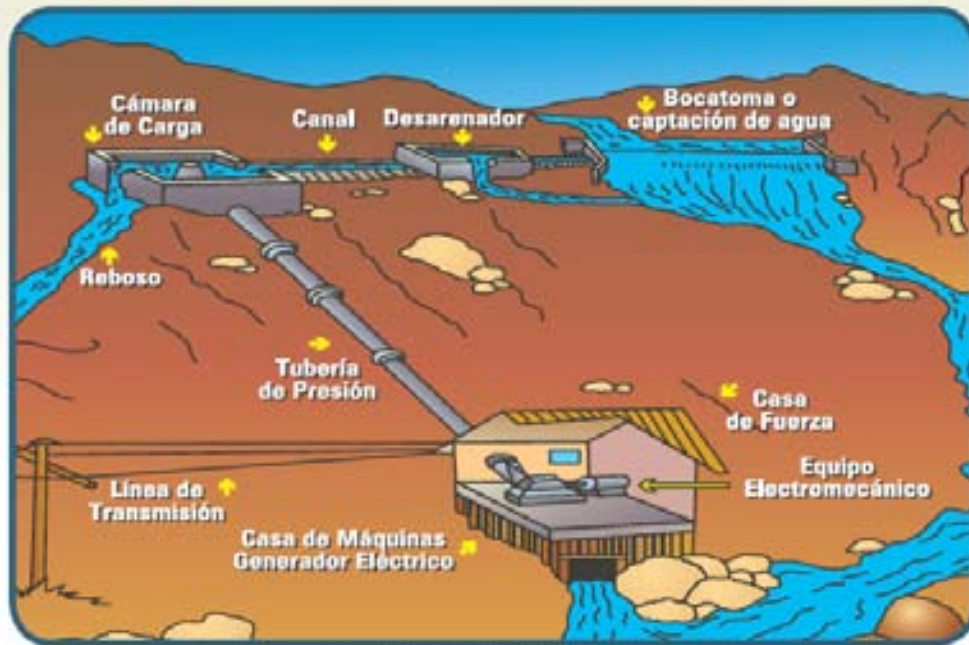
Fuente: CNE

En Chile, las centrales hidráulicas se consideran como Energías Renovables No Convencionales (ERNC) si tienen un tamaño inferior a 20 MW.

Existen centrales hidroeléctricas de pasada y de embalse. Las centrales hidroeléctricas de pequeña y mediana potencia están muy relacionadas en lo referido a su diseño con el concepto de “Centrales de Pasada”.

*“Un **central de pasada** es aquella en la que no existe una acumulación apreciable de agua “corriente arriba” del sistema de turbinas hidrogeneradoras. En una Central de Pasada, las turbinas deben aceptar el caudal disponible “como viene”, con sus variaciones horarias, diarias y estacionales, y si hay agua sobrante se pierde por las obras de descarga de excedentes. En algunos casos basta un embalse de acumulación de pequeñas dimensiones para impedir pérdidas hídricas por descarga, en situaciones de crecidas instantáneas de los caudales”. (fuente CNE/CNR)*

Esquema de una mini central hidroeléctrica de pasada



Fuente: Sica / ITDG

Uno de los aspectos de importancia para el diseño de una central de pasada es que se pueda asegurar el caudal (volumen/tiempo) suficiente y su estabilidad a lo largo del año. Si el caudal se reduce mucho, la generación se debe detener ya que el mantener la planta funcionando puede hacer imposible o muy ineficiente su operación.

“Las centrales hidroeléctricas de embalse, con embalse de regulación se construyen básicamente igual a las de pasada. Su única diferencia está en que el agua se acumula mediante una represa, que regula la disponibilidad de un año a otro o estacionalmente dentro del mismo año”. (CNE/CNR 2008)

El análisis de las centrales hidráulicas se focalizará en sistemas de centrales de pasada dado los requerimientos energéticos y medioambientales del proyecto.

7.2 Potenciales y mediciones

La provincia de Palena, se caracteriza por sus recursos hidrológicos. Los cursos de agua, de origen nívico, forman en sus trayectos vastos sistemas hidrológicos que incluyen esteros, lagos, lagunas y ríos principales. (fuente: Gobierno de los lagos . http://www.regiondeloslagos.cl/region_lagos/palena.php)

No existe, sin embargo un catastro en la zona que permita evaluar el potencial para su utilización. Se presume un gran potencial. Por lo que para evaluar la viabilidad de esta tecnología se debe realizar una estimación del recurso.

7.3 Estimación del recurso

Para establecer datos del recurso hídrico disponible en una zona se requiere de varios años de mediciones para asegurar los cálculos de largo plazo, los cuales se basan en los promedios de los años hidrográficos²².

Según consultas con expertos, se requiere medir al menos un año para estimar potencial hidroeléctrico de la zona con mayor precisión. Una inspección a terreno puede sin embargo generar una idea de las zonas con potencial de explotación.

7.4 Factores de planta

Al igual que los otros recursos renovables, la energía hidráulica también se caracteriza por ser una energía con grados de variabilidad en la generación de energía.

En el caso del sistema de Palena y Aysen , los factores de planta de las centrales hidráulicas que están funcionando actualmente fluctúan entre 47 y 95%.

Tabla 31: Referencias de proyectos hidráulicos en la zona

NOMBRE	Potencia (KW)	F Planta
Rio Azul_1	350	95%
Rio Azul_2	350	95%
Rio Azul_3	350	95%
Rio Azul_4	350	95%
CENTRAL AYSEN_1	3.300	74%
CENTRAL AYSEN_2	3.300	74%
LAGO ATRAVESADO_1	5.500	47%
LAGO ATRAVESADO_2	5.500	47%

Fuente: CNE

Para proyectos en desarrollo en otras zonas del país, los factores de planta también varían en ese rango.

²² REToolkit: A Resource for Renewable Energy Development. JUNE 30 2008. Disponible en www.ren21.net

Tabla 32: Proyectos ENRC en carpeta

Región	Nombre	Potencia (kW)	Factor de Planta
RM	las vizcachas	2.990	75%
RM	Coyanco	1.200	44%
Maule	mariposas	6.300	74%
Bio Bio	Antuco	1.000	65%
Bio bio	Chacayal	400	90%
Bio Bio	Los Padres	2.000	60%
Bio Bio	Liai	1.500	70%
Araucania	Santa Julia	4.905	85%

Fuente:CORFO

7.5 Costos

7.5.1 Costos de los estudios

Como referencia se puede mencionar que los estudios de anteproyectos de ingeniería de proyectos de centrales de pasada pueden costar entre 5.000 – 10.000 UF.

7.5.2 Inversión

“Los costos de inversión de una central de pasada, de menos de 20 MW, usualmente varían entre 1,5 y 2,5 millones de dólares por Megawatt de potencia instalada” (Fuente: CNE/CNR)

Según datos de la última fijación de precio del Sistema de Aysen y Palena, las centrales hoy instaladas en esa red corresponden todas a tipologías pequeñas de centrales con costos que fluctúan entre los 1.500 y los 2.000 US/kW.

Tabla 33: Costos Centrales Hidroeléctricas

Nombre	Potencia	Factor de Planta	Inversión estimada	
	(kW)		(USD)	(USD/kW)
Río Azul_1	350	95%	764.257	2.184
Río Azul_2	350	95%	764.257	2.184
Río Azul_3	350	95%	764.257	2.184
Río Azul_4	350	95%	764.257	2.184
CENTRAL AYSEN_1	3.300	74%	5.318.121	1.612
CENTRAL AYSEN_2	3.300	74%	5.318.121	1.612
LAGO ATRAVESADO_1	5.500	47%	8.182.491	1.488

LAGO	5.500	47%	8.182.491	1.488
ATRAVESADO_2				

Fuente: elaboración a partir de datos de la CNE

7.5.3 Costos Operación

Los costos de operación en este caso también son bajos, y equivalen a los costos no combustibles de la planta, pues el costo variable combustible se considera cero (costo del agua).

Tabla 34: Costos proyectos generación hidroeléctrica Local

AÑO	NOMBRE	Potencia (KW)	Factor de Planta	CVNC (US\$/MWh)	Costo Variable [US\$/MWh]
2005	Rio Azul_1	350	95%	2,8	2,78
2005	Rio Azul_2	350	95%	2,8	2,78
2005	Rio Azul_3	350	95%	2,8	2,78
2005	Rio Azul_4	350	95%	2,8	2,78
2005	CENTRAL AYSEN_1	3.300	74%	1,65	1,65
2005	CENTRAL AYSEN_2	3.300	74%	1,65	1,65
2005	LAGO ATRAVESADO_1	5.500	47%	1,65	1,65
2005	LAGO ATRAVESADO_2	5.500	47%	1,65	1,65

Fuente: elaboración propia a partir de datos CNE y CORFO.

7.6 Impactos ambientales

La hidroelectricidad es un recurso energético renovable que al ser utilizado de manera adecuada tiene un bajo impacto ambiental.

“Los proyectos a gran escala pueden tener mayores impactos ya que requieren de mucho espacio. Además, se pueden generar alteraciones que tienen relación con los hábitats de fauna y flora. Se modifican caudales de los ríos, hay cambios paisajísticos y cambios en el agua tales como temperatura y grado de oxigenación. Estos potenciales impactos tienen directa relación con el tamaño de las centrales”. Fuente : www.cne.cl

Las centrales hidroeléctricas de pasada se caracterizan por bajos impactos ambientales, los más relevantes para el análisis de un proyecto se muestran a continuación.

7.6.1 Etapa de construcción

Las faenas de construcción son de larga duración, y durante este periodo pueden existir múltiples efectos asociados que deben ser considerados en la evaluación de impactos ambientales. Durante esta etapa se pueden producir emisiones atmosféricas por los movimientos de tierra y el transporte asociado a la obra . Además pueden existir ruidos y/o residuos Industriales Líquidos y Sólidos asociados a las faenas y/o a los campamentos necesarios para albergar a los trabajadores.

7.6.2 Impacto en el Paisaje y Suelo

En los proyectos de centrales hidroeléctricas pueden existir impactos asociados al paisaje y pérdidas de suelo, por las instalaciones necesarias a la obra, tales como la Casa de Máquinas – donde se albergan las turbinas, el generador etc – y a la construcción de caminos necesarios para la futura operación de la obra.

7.6.3 Línea de transmisión

En el marco de la evaluación de los impactos ambientales de proyectos de generación eléctrica es necesario considerar los impactos ligados a la construcción de las líneas de transmisión así como su impacto visual.

7.7 Antecedentes Legales

7.7.1 Ley ERNC

No hay beneficios para sistemas medianos.

7.7.2 Requisitos legales

7.7.2.1 Derechos de agua

Es necesario en primer lugar acreditar la titularidad de los derechos de aprovechamiento de aguas para permitan su uso legítimo.

El derecho de aprovechamiento se encuentra definido legalmente en el Título II, artículo 6 del Código de Aguas, que señala: *“El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe este Código. El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley”*.

Las aguas, a que tiene derecho un titular de derechos de aprovechamiento, por regla general, tienen relación con fuentes naturales sean superficiales o subterráneas. En el caso de la actividad de generación hidroeléctrica, lo normal es que se utilicen derechos de aprovechamiento de aguas superficiales.

7.7.2.2 Autorizaciones requeridas por la Dirección General de Aguas (DGA)

Las siguientes acciones requerirán de autorización expresa dada por la Dirección General de Aguas:

- a) Las modificaciones en cauces naturales y artificiales
- b) El traslado del ejercicio de los derechos, en caso de que se requiera
- c) La modificación o cambio de bocatoma

a) Las modificaciones en cauces naturales y artificiales
Dependiendo del diseño del proyecto, en la mayoría de los casos se requerirá realizar modificaciones de las obras existentes en los cauces naturales y también en los cauces artificiales. Se entenderá por modificaciones no sólo el cambio de trazado de los cauces mismos, sino también la alteración o sustitución de cualquiera de sus obras de arte y la construcción de nuevas obras, como abovedamientos, pasos sobre o bajo nivel o cualesquiera otras de sustitución o complemento. Para estos casos, el legislador ha establecido como requisito el permiso o autorización de la Dirección General de Aguas.

7.7.2.3 Normativa Ambiental

De acuerdo a lo establecido en la ley 19.300 , los proyectos de generación eléctrica, utilizando o no recursos renovables no convencionales deberán someterse al SEIA sólo si se trata de centrales generadoras de energía mayores a 3 MW.

Para obras menores a 3MW deberán también someterse al SEAI siempre y cuando se proyecte su localización en un parque nacional o un área colocada bajo protección oficial.

“Generalmente, un proyecto de central generadora de energía eléctrica irá asociado a una línea de transmisión y su subestación, que deberán ingresar al sistema de acuerdo a lo especificado en el artículo 10 letra b) de la Ley y el artículo 3 letra b) del Reglamento. Sin embargo, puede darse el caso que la central generadora sea inferior a 3 MW y por lo tanto no ingresaría al SEIA, pero la línea de transmisión sí esté obligada a ingresar al SEIA si es mayor de 23 kV”.(CNE/CNR 2009)

Considerar que para un Estudio de Impacto Ambiental el plazo legal máximo es de 120 días a diferencia de la Declaración de Impacto ambiental que cuenta con 60 días. Ambos plazos son ampliables solo una vez por 60 y 30 días respectivamente.

7.8 Plazos

Sólo la construcción de una central hidroeléctrica supone una duración entre uno y tres años dependiendo del tamaño y la complejidad, este es el plazo mínimo a considerar, pues a esto se suman los plazos de obtención de plazos y definición del proyecto, lo cual puede tomar entre 9 y 24 meses.

7.9 Ventajas e Inconvenientes para Santa Bárbara

Ventajas: El uso de la energía hidráulica no genera emisiones de ningún tipo y por lo tanto es compatible con el concepto de una ciudad cero emisiones/bajo en emisiones en el cual podría enmarcarse la Nueva Chaitén.

Se presume por las características de la zona, un gran potencial de generación hidráulica. Los riesgos de impactos medioambientales se consideran muy reducidos.

Entre los inconvenientes se puede mencionar los plazos de Planificación y Construcción asociados a este tipo de proyectos.

Otro factor a considerar en los proyectos de este tipo es la fiabilidad del recurso hidráulico y evaluar si es posible incorporar nuevas unidades al sistema de Palena sin aumentar el riesgo de dado por la variabilidad hidrológica. Dado los niveles de requerimiento, en caso de que la Santa Barbara fuese un sistema independiente se requerirían una potencia de 500 kW²³

En cualquiera de los dos escenarios, es necesario considerar los riesgos de modificación de las hidrologías en la zona sur del país por efecto del cambio climático.

7.10 Bibliografía

- Centrales hidroeléctricas asociadas a obras de riego. Manual para organizaciones de usuarios de aguas. 2008. Comisión Nacional de Energía y Comisión Nacional de Riego (CNE/CNR).
- La Asociación de Empresas Hidroeléctricas y Organizaciones de Usuarios de Aguas. Manual para empresas hidroeléctricas y operadores. 2009. Comisión Nacional de Energía y Comisión Nacional de Riego (CNE/CNR)
- REToolkit: A Resource for Renewable Energy Development. 2008. Disponible en www.ren21.net
- CORFO, www.corfo.cl

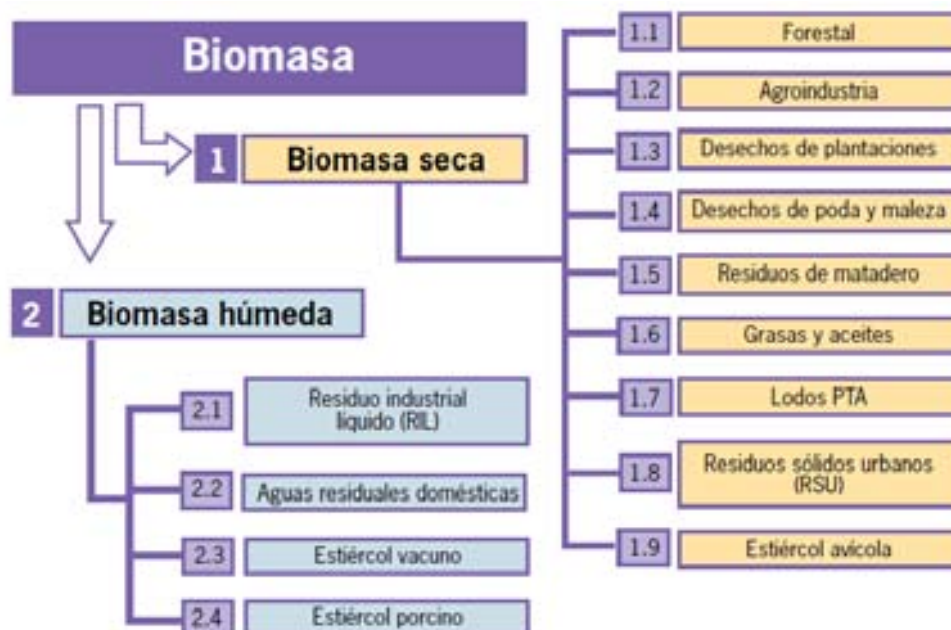
²³ Factor de planta del 70%

8 Biogás & Biomasa

Por biomasa se entiende el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. La energía de la biomasa corresponde entonces a toda aquella energía que puede obtenerse de ella, bien sea a través de su quema directa o su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible.

Existen distintas fuentes de biomasa que pueden ser utilizadas energéticamente, a continuación una clasificación de ellas.

Tabla 35 : Tipos de biomasa.



Fuente : CNE/GTZ 2007b.

Para hacer un análisis de las posibilidades, primeramente veremos las opciones de la Biomasa en su versión de combustión directa para luego ver las opciones de generación de Biogás.

8.1 Tipos de Biomasa Seca

Existen varios tipos de biomasa que pueden ser utilizados para la generación de energía. En este apartado se analizan el que a primera vista tienen mayor potencial dada las características de la zona: Biomasa a partir de residuos forestales.

8.1.1 Residuos forestales

La generación de energía a partir de materiales leñosos y residuos forestales da la oportunidad de aprovechamiento del bosque, plantaciones forestales, incluyendo el procesamiento de la madera, que genera desechos. Entre los residuos forestales están los provenientes de los procesos industriales y los provenientes del manejo y de la cosecha del bosque, siendo los primeros aprovechados ya sea con fines energéticos o para la elaboración de productos específicos en los propios sitios de generación o en otras industrias. Fuente: CNE/GTZ 2007b

Tipo bosque	Manejo forestal	Industria para cada tipo de bosque	Desecho
Pino	Desecho de podas	Aserrío	Corteza
	Desecho de raleos		Aserrin verde
	Desecho corta final		Tapas y cantonera
	seco	Remanufacturas	Aserrin seco
			Virutas
			Despuntos
			Polvo de lija
		Celulosa	Corteza
Eucalipto	Desecho de podas	Aserrío	Corteza
	Desecho de raleos		Aserrin verde
	Desecho corta final		Tapas y cantonera
		Celulosa	Corteza
Bosque Nativo	Desecho corta final	Aserrío	Corteza
			Aserrin verde
			Tapas y cantonera
		Confección de leña	

Fuente: CNE/GTZ 2007b

En el caso de la utilización de la biomasa forestal a través de combustión directa – también existe la posibilidad de gasificar la biomasa, pero no se analiza en este apartado por considerarse menos interesante dado el contexto - se pueden utilizar leña (trozos) o bien chips de madera. Existen además los sistemas de pellets o briquetas, que es una forma de utilizar los residuos madereros. Los pellets requieren de una fabricación a alta presión y por lo tanto es una inversión tecnológica.

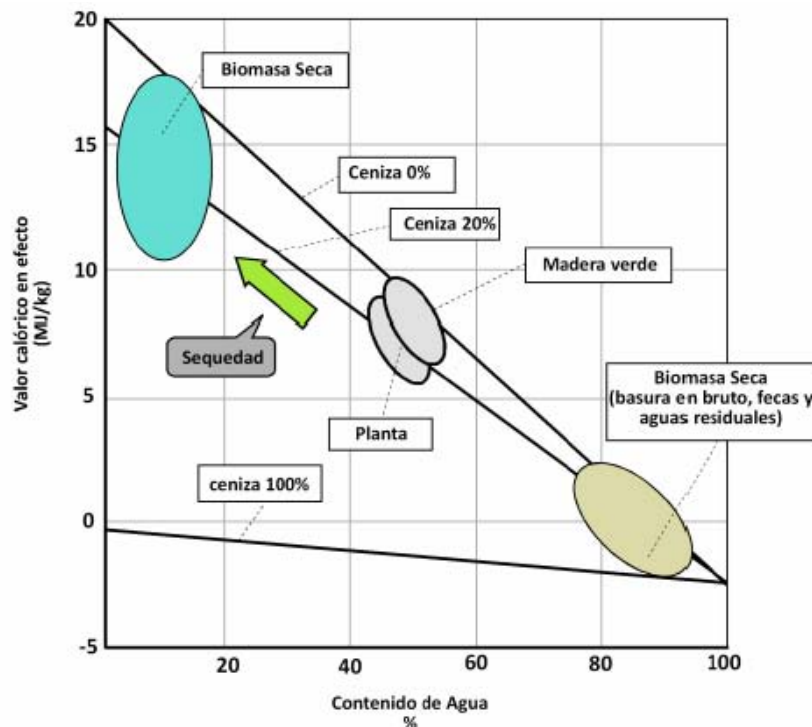
La biomasa forestal que viene del manejo del bosque nativo debe ser procesada para llegar a un estado de chips de madera, además debe pasar forzosamente por un proceso de secado.

La conveniencia de “complejizar” el proceso pre-combustión debe ser analizado de acuerdo al contexto y los requerimientos de la planta. Así como la factibilidad de tener continuidad de la materia prima deseada.

8.1.1.1 Humedad

Un factor clave para la utilización de la biomasa, es la cantidad de humedad que posea. A mayor nivel de humedad, menor es el valor calórico de la biomasa por peso y además se acrecientan los problemas de emisiones derivados de la quema de la biomasa.

Tabla 36: Relación poder calorífico vs contenido humedad



Existe en Chile un programa de certificación de leña, que trabaja en un sistema de certificación para la comercialización de leña seca, con un máximo de 25% de humedad. En este programa los comercializadores de leña se acreditan de manera de entregar al mercado, leña seca certificada.

Ver más en www.lena.cl

8.1.1.2 Almacenamiento y Manejo

Un factor esencial en la utilización de la biomasa como combustible es poder asegurar un abastecimiento seguro a la planta durante todo el periodo requerido. En los casos en que los residuos de la industria maderera – o de otra industria – es la proveedora de la biomasa se reducen los riesgos de desabastecimiento. En el caso en que se trabaje con comercializadores pueden elevarse los riesgos, los cuales deberán ser debidamente analizados.

Con respecto al manejo del bosque, este factor es muy relevante para hacer de esta energía una energía sustentable. Existen certificaciones como por ejemplo, *Forest Stewardship Council*²⁴ que permiten certificar un uso/explotación de los recursos forestales de manera sustentable.

En el marco de la recién promulgada Ley del Bosque Nativo, se permite la utilización del bosque para fines energéticos siempre y cuando se haga un manejo sustentable del bosque, a través de un plan de manejo. (ver antecedentes legales)

8.2 Potencial Residuos forestales

La generación de energía a partir de materiales leñosos y residuos forestales da la oportunidad de aprovechamiento del bosque, plantaciones forestales, incluyendo el procesamiento de la madera, que genera desechos. Entre los residuos forestales están los provenientes de los procesos industriales y los provenientes del manejo y de la cosecha del bosque, siendo los primeros aprovechados ya sea con fines energéticos o para la elaboración de productos específicos en los propios sitios de generación o en otras industrias. Fuente: CNE/GTZ 2007b

Según los datos del censo agropecuario 2007, la superficie de explotaciones forestales en la zona de Chaitén representa sólo un 8% del total de la superficie de la comuna y no existen datos estadísticos sobre empresas y/o aserraderos en la zona. El estudio PUC menciona solo la existencia de un aserradero en Chaitén del tipo móvil.

Figura 12: Superficie Provincia de Palena por tipo de uso

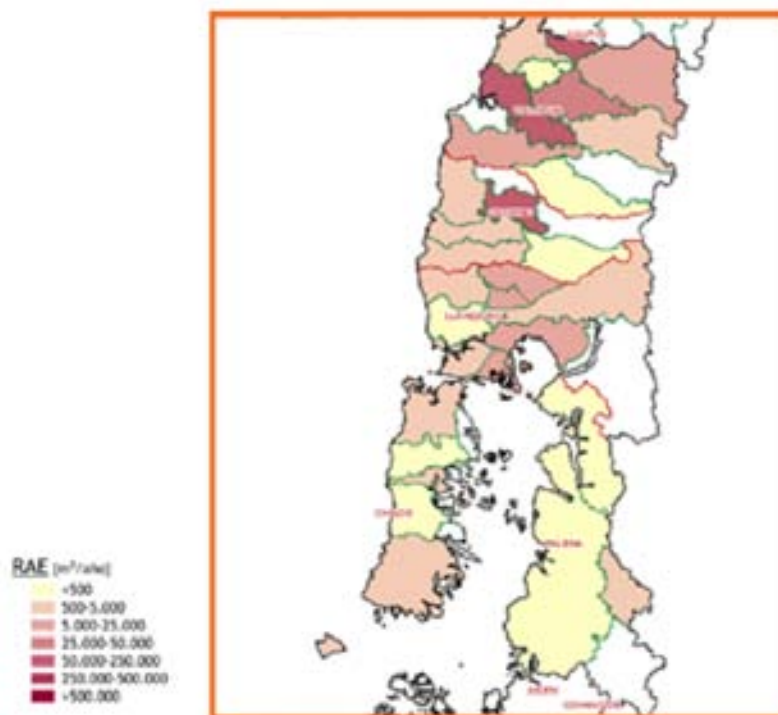
	Superficie Total (ha)	Agropecuarias	Forestales	Otros
X Region	4.858.450	2.523.175	1.337.017	998.258
Palena	1.486.474	896.263	290.699	299.512
Chaitén	809.984	504.653	70.346	234.985
Futaleufú	123.495	30.569	77.179	15.747
Hualaihué	288.256	168.603	85.239	34.414
Palena	264.739	192.438	57.935	14.366

Fuente: INE

A esto se suma la información de CNE/GTZ/INFOR que caracteriza como bajo la disponibilidad de los residuos madereros provenientes de la industria primaria aprovechables energéticamente. Ver figura siguiente:

²⁴ www.fsc-chile.org/

Figura 13: Distribución Residuos aprovechables energéticamente Región Los Ríos y los Lagos



Fuente: CNE/INFOR/GTZ (2007)

Sin embargo, la superficie de bosque nativo de la zona es extremadamente alta. Las cifras del Informe Regional Décima Región de CATASTRO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS VEGETACIONALES NATIVOS DE CHILE, realizado por el PROYECTO CONAF-CONAMA-BIRF en 1999, mostraban cifras cercanas a las 500.000 hectáreas de bosque nativo.

Estas extensiones de bosque nativo representan un potencial energético. *“Bajo un esquema de manejo sustentable debidamente certificado, sería posible incorporar extensas superficies de bosque nativo a la generación de energía, lo que adicionalmente acarrearía múltiples beneficios sociales y económicos para las economías rurales”* Fuente : Emanuelli, Milla 2006.

Según el censo agropecuario, las zonas de bosque nativo bordearían las 400.000, las cuales se dividen en explotaciones agropecuarias y forestales.

Para determinar un potencial de recursos energéticos de la zona a partir del manejo sustentable del bosque nativo, se asume que el crecimiento de la masa boscosa es del orden de 5 m³/ha/año en promedio. Se consideran solamente las hectáreas de bosque nativo clasificadas como explotaciones forestales, es decir 65.000 hectáreas del total aproximado de 500.000 que posee la comuna.

Además se asume que el 60% de esta madera es utilizable con fines energéticos, una eficiencia en la transformación de energía del 85%, que la planta opera 7500 horas/año, una densidad promedio de la madera nativa de 650 kg/m³ y un poder calorífico de 3.500 kcal/kg se obtendrían para la comuna de Chaitén las siguientes cifras.

Tabla 37: generación Térmica estimada

Generación Térmica	2,4 MW th
---------------------------	------------------

Fuente: elaboración propia

Estos valores de generación térmica permitirían abastecer la demanda térmica estimada en un 80%.

Si bien existe un gran potencial – a priori - para el uso de la biomasa térmicamente, es necesario evaluar varios factores para la factibilidad de estos proyectos

- Primero, es necesario determinar la estructura de propiedad de los terrenos en cuestión, si son públicos o privados y la cantidad de dueños en caso de que sean varios privados. Se pueden licitar los bosques en caso de propiedad estatal para traspasar la operación a privados en el marco de un manejo sustentable.
- Es necesario analizar las distancias a la zona de utilización de la biomasa y la viabilidad de extraer y transportar la biomasa hasta el punto de recepción.
- Es necesario definir una estructura de gestión adecuada para proyectos de este carácter. Pueden ser estado-estado (proveedor-empresa energética), estado- privado (proveedor-empresa energética) o privado –privado (proveedor-empresa energética).
- Existen ejemplos de cooperativas en otros países del mundo que abastecen a la empresa energética de la biomasa, generando un círculo virtuoso en torno a la energía proveniente del bosque. Este punto es clave pues es necesario asegurar la disponibilidad del recurso durante todo el año.

Para esto se requieren estudios de factibilidad que pueden costar del orden de los 200.000 USD, en los cuales se determinan desde los recursos disponibles hasta las estructuras de gestión requeridas así como el diseño de la planta adecuada para los requerimientos dados.

8.2.1 Residuos de mataderos

Aproximadamente entre un 20% y un 50% del peso del animal no es apto para el consumo humano. La mayor parte de los desechos deben manejarse cuidadosamente para prevenir los malos olores y la transmisión de enfermedades. Los residuos generados en el beneficio del ganado, tales como huesos, vísceras, cueros, rumen, pezuñas, astas, pulmones e hígados, son en su mayoría reutilizados como subproductos. Fuente: CNE/GTZ 2007b

En el caso de Chaitén si bien existía un matadero, no se estimó el potencial de la zona por no contar con datos más precisos.

8.2.2 Lodos generados en plantas de tratamiento de aguas (PTA) y Residuos sólidos urbanos (RSU)

Para el primer caso, la cantidad y composición de los lodos varían según las características de las aguas residuales tratadas y sobre todo del sistema de tratamiento empleado. Para el caso de los residuos sólidos, el potencial de generación de biogás de la basura doméstica, depende, entre otras, de variables como: la cantidad de basura depositada periódicamente en los rellenos, la cantidad de basura acumulada en cada uno, las condiciones de la disposición final de los RSU, condiciones generales respecto a variables climáticas, la edad de los vertederos, el porcentaje de la parte orgánica en la basura total y la vida útil esperada o proyectada de cada uno.

Estos últimos residuos también pueden ser utilizados para generar biogás.

8.3 Antecedentes legales

8.3.1 Ley del Bosque Nativo

Luego de más de 15 años en discusión, se logró la promulgación de la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Esta legislación permite, bajo un plan de manejo sustentable, la explotación del bosque nativo en Chile.

La ley está dirigida hacia los dueños de predios con bosque nativo, especialmente a los pequeños propietarios. La ley establece un *sistema de bonificaciones* con dos concursos: uno para los pequeños propietarios y otro para medianos y grandes propietarios. A fin de acceder a estos incentivos económicos, los postulantes deberán ejecutar -mediante Planes de Manejo autorizados por CONAF- una de las tres actividades consideradas para las bonificaciones:

1. *Maderera*: madera aserrable, trozos, trozos con valor para la bioenergía, leña, etc. (En esta clasificación clasificaría el caso de nueva Chaitén)
2. *No maderera*: turismo, frutos, semillas, hongos, cortezas, follaje, captura de carbono.
3. *Preservación de la diversidad biológica*: esta actividad está orientada a potenciar la biodiversidad de la vegetación nativa y las formaciones xerofíticas. Estas últimas, compuestas por especies que se desarrollan en zonas áridas y semiáridas.

Esta legislación permite tener hoy un marco legal para la utilización de la biomasa del bosque nativo para su uso responsable y sustentable.

8.3.2 Normativa Ambiental

Al igual que en los capítulos anteriores, es necesario considerar lo establecido en la ley 19.300 , ya que todos los proyectos de generación eléctrica, utilizando o no recursos renovables no convencionales deberán someterse al SEIA si se trata de centrales generadoras de energía mayores a 3 MW. Para obras menores a 3MW deberán también someterse al SEAI siempre y cuando se proyecte su localización en un parque nacional o un área colocada bajo protección oficial.

8.4 Producción de biogás

8.4.1 Antecedentes técnicos de la tecnología (BIOGAS)

“El proceso de generación de biogás se puede observar en la naturaleza, ya que se presentará cada vez que se reúnan las condiciones de existencia biomasa, humedad y ausencia de oxígeno. La humedad que presente la biomasa es un factor muy importante para determinar su uso potencial en el proceso de degradación de la materia orgánica, un alto contenido de humedad favorece el proceso. Por esto, este sistema es muy recomendado para el aprovechamiento energético de residuos ganaderos y de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas domésticas”. Fuente CNE/GTZ. 2007.

En una planta de biogás es necesario considerar los siguientes elementos:

- *Almacenamiento de biomasa, corresponde al almacenamiento del sustrato principal y del co-fermento si fuera necesario. La función de este último es ayudar o potenciar el crecimiento de las bacterias que degradan la materia orgánica.*
- *Sistema de pre-tratamiento o acondicionamiento de la biomasa, si corresponde. Se puede requerir homogenizar y/o humectar la biomasa de modo de tener el contenido de humedad suficiente para propiciar la producción de biogás.*
- *Sistema de degradación anaerobia de la materia orgánica o biodigestor, en el cual se almacena el biogás producido en la parte alta del equipo.*
- *Acumulador de lodo, los cuales, previo análisis, podrían ser utilizados como fertilizantes u otros fines.*
- *El biogás producido pasa a la fase de limpieza donde generalmente se le remueve el ácido sulfhídrico para evitar la corrosión de los equipos.*
- *Almacenamiento de biogás.*
- *El biogás acondicionado y limpio ingresa al motor de combustión donde se produce energía eléctrica que podrá ser enviada inmediatamente a la conexión de red. Para los casos que se genere calor, utilizando motores de cogeneración, este puede ser usado para mantener la temperatura de los digestores y/o para su uso en otro proceso u otros usos finales (calefacción industrial, invernaderos o sistemas de generación de calor distrital).*

Dependiendo de las características de la biomasa original, el biogás resultante puede tener una composición de entre 50 y 70% de metano (CH₄), por lo que posee un buen potencial energético, alcanzando alrededor de 5000 Kcal/m³. El poder calorífico del biogás depende directamente de la concentración de metano. A modo de referencia el poder calorífico de 1m³ de metano es 9,97 kWh. Considerando un contenido de metano del 60% se obtiene aproximadamente 6 kWh/m³ de biogás. Fuente CNE/GTZ. 2007.

De los distintos tipos de biomasa mencionados en el punto [Biogás & Biomasa](#), primeramente es necesario determinar cuáles de ellos están potencialmente en la zona para analizar luego la factibilidad más detallada.

Tipo de Biomasa para la producción de biogás

- Residuos del sector ganadero (estiércol, purines, etc.)
- Residuos agrícolas (paja, rastrojos, etc.)
- Cultivos energéticos (maíz, soya, etc.)
- Toda clase de biomasa húmeda (RILes, aguas residuales domésticas)
- Toda clase de biomasa seca (lodos de plantas de tratamiento de agua, grasas, residuos de matadero)
- Biogás de rellenos sanitarios

En este caso, se analiza el potencial de biogás a partir de los purines de cerdo y de vacuno por ser los de mayor potencial, dada las características agropecuarias de la zona.

8.4.2 Residuos del sector ganadero (estiércol, purines, etc.)

El Sector ganadero en la provincia de Palena, según el censo agropecuario del INE tiene la siguiente composición:

Tabla 38: Ganado en la Provincia de Palena

Especies de ganado (número de cabezas)					
	Bovinos	Ovinos	Cerdos	Equinos	Caprinos
Palena	24.734	25.639	2.294	1.496	1.249
<i>Chaitén</i>	6.599	8.011	1.119	323	443
Futaleufú	5.380	6.864	306	451	188
Hualaihué	2.148	4.759	529	71	32
Palena	10.607	6.005	340	651	586

Fuente: INE

En la información entregada por CNE/GTZ (2007b), se analiza el potencial de generación de biogás a partir de estiércol de vacunos y cerdos así como de los residuos de mataderos y estiércol avícola.

8.4.2.1 Estiércol de vacuno

El estiércol de vacuno o purines de vacuno corresponde a la mezcla producida por las excretas y orina de animales y agua utilizada para el lavado de las instalaciones del plantel. Estos residuos presentan una alta biodegradabilidad.

Los purines se caracterizan por:

- Un alto contenido de materia orgánica y sólidos suspendidos
- Un alto contenido de nutrientes como nitrógeno y fósforo
- La presencia de minerales como cobre y zinc
- Un alto contenido de microorganismos patógenos de origen fecal

Estas características dificultan la disposición directa de los purines al medio ambiente, por ejemplo si se disponen directamente en cursos de agua, debido al alto contenido de materia orgánica y de nutrientes se expone a reducir el oxígeno disuelto en el agua pudiendo provocar eutrofización de las aguas. La disposición directa de los purines al terreno origina problemas de olores, atracción de vectores y presencia de microorganismos patógenos, que al ser de origen fecal, se presentan fundamentalmente bacterias, hongos y actinomicetos, o bien provocan la sobrefertilización de los terrenos

Si el estiércol generado, de características sólidas, no es recolectado, dejándolo como abono para el mismo campo, se hace difícil la recolección y el proyecto de generación de biogás resulta poco factible económicamente.

En el caso de las lecherías del sur de Chile, los purines sólo representan un 25% del volumen total de efluentes producidos, debido a que en la zona sur, dada la alta pluviosidad, las aguas lluvia, y las aguas sucias (principalmente del lavado de pisos)son los principales constituyentes en los efluentes de lecherías.

En relación a los efluentes líquidos, el volumen total de efluente generado en cada predio se estima en un valor dentro del rango de 775 a 42.790 m³/año. Esto es equivalente a una producción media diaria de 147 litros/vaca (34 a 260 litros/vaca). La gran variación de los valores obtenidos se explica por las distintas prácticas y los sistemas utilizados en el manejo de los efluentes a nivel predial. Los resultados de los estudios revelan una gran contribución de aguas lluvia desde áreas no techadas, techos sin canalización y del agua lluvia que ingresa directamente a los pozos purineros descubiertos.

Según la información entregada en este informe y cruzada preliminarmente con los datos del INE, la ciudad de Chaitén con casi 6.500 cabezas podría producir entre 177 y 442 miles de m³ de biogás, suponiendo que cada vaca genera 670 kg materia orgánica/año y se recupera el 80% de este valor para la producción de biogás. El nivel de producción dependerá en gran medida del grado de dispersión de la materia prima, en este caso estiércol.

8.4.2.2 Estiércol de porcino

En el caso de la crianza de porcinos toda la recolección del estiércol es realizada en forma de purines, los cuales en principio presentan un mayor potencial energético dentro de la biomasa húmeda, considerando cantidad, concentración y la facilidad en recolección.

De acuerdo con la información de CNE/GTZ en la región de los lagos habría un potencial total de producción de metano de 1,17 millones de $m^3/año$ (eq. 1,8 millones de m^3 de biogás). Cruzando esta metodología con los datos del INE del censo agropecuario año 2007, donde se establece un número de 1.200 cabezas de porcinos en Chaitén, se estima que el potencial de metano de la zona podría fluctuar entre los 26.000- 49.000 $m^3/año$, dependiendo del grado de dispersión y de la factibilidad de recuperación del material.

Usos del biogás

El uso más eficiente del biogás es a través de un sistema de cogeneración, que permita la generación de energía eléctrica y calor.

“La transformación de la energía del combustible en energía eléctrica varía entre un 30 y 40% a través del eje acoplado al motor. El calor recuperable está constituido por intercambiadores de calor que se instalan en el sistema de refrigeración del motor. Los motores requieren 2 sistemas de refrigeración, uno que opera entre los 85 y 99°C y otro que opera entre 70 y 40°C. Estos sistemas enfrían los cilindros del motor, aceite refrigerante y el aire comprimido de entrada. Esta etapa representa alrededor del 30% de la energía suministrada al motor por el combustible. La otra etapa de recuperación de calor la representan los gases de escape producto de la explosión que se lleva a cabo en los cilindros del motor. Estos salen a una temperatura que fluctúa entre los 350 y 550°C y representan entre un 25 y 35% de la energía aportada por el combustible al motor. La Figura 14 muestra un balance energético global de un motor de combustión interna”. Fuente CNE/GTZ.2007

Siguiendo la metodología expuesta en CNE/GTZ 2007 donde se considera una eficiencia del 38% al transformar biogás en energía eléctrica, mientras que en la recuperación de calor, los niveles de eficiencia fluctúan entre el 20 y el 30%, los potenciales de utilización de este biogás en un sistema de cogeneración serían:

	Nº Cabezas	Materia orgánica	Biogás		Energía total eléctrica		Energía térmica cogenerada	
			min	máx.	min	Max	min	máx.
		kg/año	miles m3/año		MWh/año	MWh/año	MWh/año	MWh/año
estiércol vacuno	6.599	4.421.330	177	442	402	1.005	526	1.316
estiércol porcino	1.119	134	26	49	59	112	80	152

Fuente: elaboración propia

Considerando un tiempo de operación de 7.884 horas /año, siguiendo la metodología CNE/GTZ se obtienen las siguientes capacidades eléctricas

	Capacidad eléctrica	
	min	máx.
	kW/año	kW/año
estiércol vacuno	51	127
estiércol porcino	8	14

Fuente: elaboración propia

8.5 Usos de la Biomasa/biogás

La biomasa y el biogás pueden ser utilizados para generar electricidad o calor o ambos. Para lograr la generación de electricidad pueden utilizarse turbinas o motores de combustión, donde el combustible es quemado, haciendo girar un motor que impulsa un alternador y genera electricidad. También es posible a través de un motor de cogeneración producir calor y electricidad. El biogás también puede ser utilizado como fuente energética para producir calor a través de su quema directa y generación de vapor.

8.5.1 Para generación de electricidad

Para generar electricidad, la energía de la combustión es transferida al agua para producir vapor, el cual mueve una turbina que al estar conectada a un generador. Actualmente hay un proyecto de gasificación de biomasa como ejemplos de generación de electricidad a partir de biomasa.

Tabla 39: Proyectos Generación eléctrica

	Tipo	Potencia eléctrica (KW)	Inversión (USD)	Inversión USD/KW
Butachauques	Biomasa	40	220.000	5.500

Fuente: CNE

En el proceso de electricidad a través de un sistema de combustión de biogás se generan residuos (lodos) que pueden ser – una vez secado - utilizados como abono agrícola. (fuente: CNE/GTZ 2007a)

8.5.2 Para generación de calor

Biomasa- proyectos

La biomasa a través de su combustión directa puede ser una fuente de generación de calor para calefacción y/o procesos industriales. A continuación algunos proyectos en Chile ya desarrollados donde la combustión de biomasa se utiliza para procesos industriales.

Tabla 40: Proyectos en Chile

Generación térmica	kWth	Inversión (USD)
Rancowood	6.960	624.000
Panitao	15.300	1.000.000
Energías Industriales	3.800	5.000.000

Fuente: elaboración propia, datos CONAMA/UNFCC

Tabla 41: Valores Referenciales Calderas

Costos Caldera					
	Gas	Carbón	Petróleo	LPG	Biomasa
Costos Inversión (USD/kW)	65,2	326-490	98-188	98-188	180-430

Fuente: www.biomassenergycentre.org.uk

Existen calderas de alta eficiencia, que pueden llegar hasta el 90% de eficiencia. De acuerdo a estos valores referenciales, un proyectos de combustión de biomasa de 2 MW de potencia térmica podría tener un costo sólo en la caldera de 360.000 – 860.000 USD.

Biogas - Proyectos

Agrosuper, en el año 2000 realizó la construcción del primer biodigestor para el tratamiento de los purines de los planteles de cerdo en la localidad de Peralillo.. El biodigestor de Peralillo cuenta con una capacidad de 37.000 m³, y recibe los purines de **120.000** cerdos divididos en 4 unidades. Estos son conducidos vía subterránea hasta el biodigestor, donde comienza el proceso anaeróbico que permite la transformación de la materia orgánica en gas metano. En el biodigestor se generan cerca de **15.000 m³** de biogás diarios con un **65%** de metano, que permite la operación de una caldera utilizada para calentar agua y así mantener la temperatura del biodigestor en 35°C, temperatura ideal para el funcionamiento del sistema y de las bacterias metanogénicas. El 50% restante se quema en una flama ubicada al costado de la caldera. Cuando la temperatura del biodigestor es la adecuada, el total del biogás se quema.

El costo de la inversión estimada fue de 4,3 Millones de Dólares. Considerando una eficiencia térmica del 85% , 300 días al año, esta planta podría generar 24.000 MWh térmica/año, es decir, 3,3 MWh térmico, un valor similar a lo requerido por la nueva Chaitén.

8.5.3 Cogeneración

Cuando se necesita generar calor y electricidad a la vez, se pueden utilizar sistemas de cogeneración. Cogeneración es la generación secuencial de electricidad y calor desde una misma fuente. Estos sistemas provocan menos emisiones y son más eficientes.

Existen tecnologías de pequeña escala que van desde los micro -CHP que pueden generar desde 1 kWe and 10 kWe, hasta sistemas a gran escala que pueden generar varios MW.

Estos sistemas pueden utiliza biogás o biomasa.

Tabla 42: Ejemplos de sistemas de cogeneración en Chile

	Tipo	Potencia eléctrica Kw	Capacidad Térmica	Inversión estimada USD
Santa Blanca	Biomasa	1.952		6.500.000

Negrete	Biogás	32		185.000
Horcones	Biomasa	31.000		73.000.000
Laja	Biomasa	8.700	45 ton/vapor- hr	11.000.000
CPP	Biomasa	15.600		36.500.000

Fuente: Elaboración propia con datos de CORFO, CONAMA, UNFCC

La cantidad de biomasa así como los requerimientos del proyecto definirán los costos del proyecto. A fin de tener una referencia se presenta el siguiente cuadro:

Tabla 43 : Relación Escala, Tecnologías y eficiencia

TIPO DE PLANTA	POTENCIA MW	BIOMASA ton/año	INVERSIÓN MM US\$	O&M MM US\$	EFICIENCIA %
ELECTRICA	10 – 75	100.000 a 800.000	20 a 150	2 a 15	18 a 24
	2 - 25	10.000 a 150.000	4 a 50	0,5 a 5	20 a 25
TÉRMICA	14, 6 a 29,3	20.000 a 40.000	10 a 20	2 a 4	50 a 70
	1,5 a 22,0	5.000 a 60.000	1,5 a 10	1 a 3	50 a 70
	1,5 a 17,6	2.000 a 20.000	1,5 a 8	0,15 a 3	55 a 75
	0,3 a 5,9	200 a 20.000	0,25 a 4	0,02 a 2	55 a 75
CHP	25	275.000	30	5 a 10	60 a 80
	0,2 a 7	10.000 a 100.000	5 a 25	0,5 a 3	60 a 80
	0,5 a 1	5.000 a 10.000	5 a 7,5	0,5 a 2	65 a 75
	0,5 a 1	5.000	5	0,5 a 2	65 a 75

Fuente: CNE, 2008

Aplicaciones de Sistemas de Cogeneración

Las aplicaciones de Cogeneración son recomendables cuando se requiere calor durante todo el año y además una demanda de electricidad .

- Cuando hay un requerimiento de calefacción para viviendas o procesos cercanos al generador;
- Cuando se requieren temperaturas bajas de agua caliente (hasta 90°C) en sistemas distritales;
- Para establecimientos como hospitales, centros de recreación, invernaderos que requieren de una demanda de calor todo el año;
- Cuando se requiere potencia para abastecer de frio durante el verano, utilizando la tri-generación.

Fuente: www.biomassenergycentre.org.uk

8.5.4 Estudios

Para la generación de estudios de factibilidad técnica y económica, incluyendo un análisis de la disponibilidad de recursos para biomasa/biogás, se consideran costos cercanos a los 100 – 500 UF.

8.6 Impactos ambientales Biomasa y Biogás

Los impactos asociados a los proyectos de biomasa y biogás se subdividen de acuerdo a la fase del proyecto:

8.6.1 Etapa de construcción

En la etapa de construcción, los principales impactos están relacionados a :

- Pérdida de vegetación, si corresponde, por corte y poda para emplazar la obra.
- Emisión de contaminantes por efecto de la maquinaria y automóviles: dióxido de azufre (SO₂), material particulado (MP10) y óxidos de nitrógeno (NOX).
- Generación de residuos sólidos: los residuos sólidos generados en esta etapa corresponderán a escombros, embalajes, despuntes metálicos, molduras de madera, etc.
- Generación de residuos sólidos domésticos por personal de obra: consistirán principalmente en envoltorios, papeles, desechos de artículos de aseo, entre otros.
- Generación de residuos líquidos como grasas, aceites, lubricantes entre otros. Los cuales deberán ser tratados y/o dispuestos en lugares autorizados por la Autoridad Sanitaria.
- Generación de aguas servidas.
- Emisión de ruido.
- Impacto vial

Fuente: CNE/GTZ, 2007.

8.6.2 Etapa de operación

En esta etapa los impactos ambientales más importantes son:

8.6.2.1 Emisiones atmosféricas

La combustión de biomasa genera emisiones atmosféricas que dependen de los parámetros de operación, y de la composición de la biomasa. Las emisiones difieren de acuerdo al tipo de combustible utilizado, por ejemplo la madera y la paja tienen bajo contenido de nitrógeno (0,1% - 0,2% y 0,5% respectivamente). Fuente CNE/GTZ. 2007

Tabla 5: Emisiones de diferentes combustibles fósiles en relación a la biomasa

Combustible	SO _x como SO ₂ (g/GJ)	NO _x como NO ₂ (g/GJ)	MP10 (g/GJ)	CO ₂ (kg/GJ)
Carbón	584	200	1100*/120 (C)	102
Diesel	495	150	60*	74
Gasolina	90	100	0,5*	74
Gas natural	0	150	0	57
Paja	130	130	1100*/800 (C) 20 (B)	0
Madera	130	130	500*/300 (C) 20 (B)	0

Emisiones a la salida de: caldera(*), ciclón (C) y electrofiltro (B)

Fuente: CNE/GTZ

El transporte, almacenamiento y manejo de la biomasa genera emisiones de polvo.

En el caso de la quema de biogás, los contaminantes que se generan son CO y NO_x principalmente. Para la combustión de biogás y su utilización en equipos generadores es importante controlar el contenido de ácido sulfhídrico (H₂S), pues al reaccionar con agua se convierte en ácido sulfúrico (H₂SO₄) el cual es altamente corrosivo y puede ocasionar graves daños en el motor. Con el fin de eliminar o disminuir el porcentaje de H₂S en el biogás se pueden emplear sistemas de filtro con sustancias como cal viva o apagada, o la inyección de oxígeno puro o aire (2-6% vol), a la salida del reactor

En el caso de la biomasa/biogás no existen emisiones de GEI asociadas.

8.6.2.2 Residuos Sólidos

En el caso de la quema de biomasa sólida se generan cenizas y escorias, además, se obtiene polvo recolectado a través de los ciclones u otro tipo de tecnología de control. En el caso del biogás, se genera un lodo estabilizado que debe ser manejado de manera adecuada, el cual podría ser utilizado como abono en la agricultura. Fuente: CNE/GTZ 2007.

8.6.2.3 Residuos líquidos

Dentro del proceso, corresponderá principalmente a aguas de purga de la caldera y agua de descarga de los sistemas de enfriamiento. Otros residuos líquidos, y potenciales fuentes de contaminación del agua son: lixiviados y escurrimientos desde pilas de acopio de biomasa, lixiviados de acopios de cenizas y escorias, y agua de lavado de filtros. También se producen residuos líquidos de la limpieza húmeda de gases.

8.6.2.4 Ruido

En ambos casos, biomasa sólida o biogás, existirán emisiones sonoras de la planta deben ser analizadas en el marco de la normativa vigente.

8.6.2.5 Olores

Las principales emisiones de olores provienen de la biomasa en descomposición en el caso de la generación de biogás.

8.6.2.6 Impacto visual

En el caso de sistema de biogás y de biomasa es necesario considerar el impacto visual que pueden generar las plantas – incluyendo los lugares de almacenamiento de la biomasa – y por ende es necesario analizar de manera detallada el emplazamiento.

8.7 Otros usos de la Biomasa (Cocinas)

El uso de sistemas de generación centralizada de calor, como el mencionado a través de la utilización de una caldera, permiten satisfacer las necesidades de calefacción y/o de producción de agua caliente. Estos sistemas reemplazan las calefacciones no abordan la generación de calor para cocción de comidas.

Es sabido que en el sur de nuestro país, las cocinas a leña son parte de la cultura y se utilizan no sólo para la cocción de los alimentos, sino que además son la fuente de la calefacción del hogar.

Buscar opciones de calefacción más eficiente implica la necesidad de abordar el tema de las cocinas a leña y su potencia reemplazo.

En este sentido existen dos posibilidades:

1. Mejorar la tecnología: No reemplazar las cocinas a leña y generar un concepto de manejo racional y responsable del recurso leña. En este sentido, es posible incorporar sistemas de calentamiento de agua acoplados a las cocinas a leña, para aumentar la eficiencia global en su utilización. Esto debe evaluarse considerando que las nuevas viviendas deberían reducir considerablemente sus consumos en calefacción y por lo tanto, la tendencia de usar la cocina encendida todo el día ya no sería necesario.

Esta decisión implicaría que el calor requerido a través de los otros sistemas ya mencionados solo debería estar orientado a suplir los requerimientos de los usos productivos y de los servicios públicos. Esto implicaría una demanda de calor reducida los fines de semana vs la semana, lo cual puede complicar la gestión de calor de manera global. Además en el caso de mantener la tecnología, se requiere indispensablemente del uso de leña certificada.(humedad < 25%)

2. Cambio de tecnología: En este caso, sólo se visualiza factible el cambio a cocinas a gas, con biogás o con gas licuado. En el caso de la utilización de sistemas a gas convencional, se genera una contradicción con el concepto de ciudad verde o cero emisiones que podría tener Santa Bárbara. En el caso de la utilización de biogás, se pueden evaluar sistemas individuales de generación de biogás o sistemas centralizados, a través de las aguas de tratamiento, los residuos urbanos y/o la materia orgánica de los animales. Se descarta la utilización de cocinas eléctricas, dado los elevados costos asociados, en inversión como en operación.

El cambio de tecnología a biogás/gas puede ser abordado desde el punto de vista de la comodidad que es el uso del gas vs. la cocina a leña tradicional.

Para abordar esta problemática se requiere una encuesta a nivel de hogares sobre el uso y gasto en calefacción y cocinas así como una evaluación de la percepción de la calidad de servicio de las opciones energéticas existentes y potenciales.

8.8 Ventajas y Desventajas para Santa Bárbara

En el contexto de Santa Bárbara, el uso de la biomasa es altamente recomendable y factible. Las primeras aproximaciones, reflejan una cantidad de recursos suficientes para abastecer prácticamente en su totalidad de requerimientos térmicos de las 7.000 personas y las dependencias públicas asociadas.

A esto se suma el contexto del bajo desarrollo productivo en la zona, que implica la necesidad de producir fuente de trabajos. *“Entre los beneficios de usar biomasa proveniente del bosque nativo, indicó que desde el punto de vista social, éste aporta 3 a 4 veces más puestos de trabajo que el petróleo y produce 5 a 10 empleos directos por cada megawatt instalado, y entre 15 y 30 indirectos. El 80% de estos empleos es rural”*.

Fuente: CONAF-KfW-GTZ-DED

En este sentido, dada la reciente promulgación de la Ley de Bosque Nativo, esta es una de las primeras experiencias en que se puede generar un modelo sustentable “a gran escala” para el uso sustentable del bosque nativo, beneficiando la generación de puestos locales.

A esto se suma que la tecnología del uso de la biomasa para generación energética es una tecnología madura y de alta eficiencia – las calderas pueden llegar hasta el 90% de eficiencia -.

Esto se debe realizar en el marco de un modelo de gestión para la utilización de las tierras del estado a través de licitaciones/concesiones y se presta para generar un modelo de legislación que permita y regule la comercialización de calor a nivel residencial. Esto implica además generar un modelo de negocio que establezca de manera clara, los mecanismos de distribución y facturación del calor generado.

Este punto es uno de los puntos abiertos, pues hoy día no existe este tipo de legislación.

Certificaciones de manejo sustentable de bosque tales como el *Forest Stewardship Council* y la certificación de comercialización de leña seca, ambos existentes en Chile, son herramientas que pueden ser muy útiles en el marco de un proyecto de uso de la biomasa forestal.

La logística del uso de la biomasa es el tema de mayor sensibilidad, pues si bien se puede generar un modelo de negocio sustentable, la logística de transporte y almacenamiento puede hacer fracasar un modelo de este corte si, no se cumplen con los requerimientos de la planta en términos de seguridad de suministro. Se deben definir con la empresa, puntos de almacenamiento, niveles de stock y agendar programas de entrega.

Este proyecto requiere de un estudio de factibilidad de utilización de recursos, que puede significar seis meses de trabajo. A esto se suma la inversión requerida en términos de capacitación y sensibilización para generar las capacidades requeridas para el éxito de este

proyecto. Esto podría significar plazos más elevados que para el uso de cualquier otra tecnología, pues el uso y manejo sustentable del bosque implica un conocimiento acabado y profesional de los recursos forestales y sus mecanismos de explotación.

A esto se suma los beneficios de ser una energía libre de emisiones GEI y de bajo impacto en otras emisiones. Se requiere, sin embargo, analizar de manera precisa el impacto y la forma de mitigación, si requerido, de otras emisiones.

En el caso del biogás, si bien numéricamente aparece un potencial no despreciable, es necesario evaluar el grado de dispersión de los animales pues es un factor clave para el aprovechamiento de la materia prima para generación de biogás. Además se requiere un proceso de acercamiento a los actores privados relacionados a esta actividad para evaluar la factibilidad del proyecto. Al igual que en el caso de la biomasa, la producción de biogás puede generar puestos de trabajo en esta economía local, que deben ser considerados como beneficio para este tipo de proyectos.

8.9 Bibliografía

- “Alternativas de productos madereros del bosque nativo chileno”. Patricio Emanuelli y Fabián Milla. Proyecto CONAF/KfW/GTZ/DED.2006.
- “Guía de evaluación Ambiental. Energías renovables no convencionales. Proyectos de Biomasa”. 2007. CNE/GTZ.
- “Residuos De La Industria Primaria De La Madera Disponibilidad Para Uso Energético”. 2007. CNE/INFOR/GTZ.
- “Potencial de Biogás. Identificación y Clasificación de Los Distintos Tipos de Biomasa Disponibles en Chile para la Generación de Biogás”. 2007b . CNE/GTZ.
- Estudio de “Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena”. CNE. 2008
- Entrevista Patricio Emanuelli. Ingeniero Forestal. Consultor internacional. pemanuel@sintec.cl
- Entrevista a Ricardo Carrasco Hoecker. Director Programa Empresas Área Forestal en Fundación Chile.
- Entrevista a Emilio Moreno, Consultor Independiente. Fundación Chile.
- Entrevista a Jana Rohbach. Coordinadora Proyectos Bioenergía. Bioafgo Energía Limitada.

9 Energía geotérmica

La energía geotérmica se caracteriza por ser una fuente energética renovable, disponible ininterrumpidamente durante el año, de potencia firme, de bajo costo operacional, prácticamente libre de emisiones de CO₂ que no requiere de la utilización de combustibles fósiles.

Hoy en día la capacidad mundial instalada es aproximada de 10 GW²⁵ eléctricos y se espera que para el 2020-2030 esta se duplique, siendo los principales mercados USA, Indonesia y las Filipinas y países emergentes, entre los que destaca Chile en América del Sur. Su utilización data de 1904, planta en Landarello, Italia²⁶.

9.1 Antecedentes técnicos de la tecnología

Las tecnologías disponibles para el desarrollo geotérmico, se diferencian de acuerdo a la temperatura disponible en el reservorio. Se consideran tres categorías.

Tabla 44: Clasificación Energía geotérmica

	Alta Entalpía	Media Entalpía	Baja Entalpía
Temperatura (°C)	200 – 300 °C	100 – 200 °C	Menos de 100 °C
Profundidad típica de pozos (m)	1.000 – 3.000 m	1.000 – 5.000 m	1.000 3.000 m
Característica geológica	En general conectados a actividad volcánica y a fronteras de placas tectónicas	Se encuentran en zonas sedimentarias en varios lugares del mundo y en países volcánicos	Se encuentran en zonas de fallas y con sedimentos gruesos
Tipo de turbina	Apropiado para producción de electricidad con turbinas normales	Producción de electricidad necesita mucha extracción de masa del sistema geotérmico (planta binaria)	No requiere.
Tipo de planta apropiada	Planta flash (single flash o dual flash – dry steam o flash steam)	Planta binaria	Intercambiador de calor
Tamaños de planta (MW)	Típicamente mayores a 50 MW. Construcción modular (tamaño de turbinas 40-50 MW).	Menores a 20 – 30 MW (aunque pueden ser mayores). Construcción modular.	Puede superar los 1.000 MWtérmicos.
Aplicaciones típicas	Generación de electricidad, generación de electricidad y calor (por ejemplo para calefacción y/o industria).	Generación de electricidad, generación de electricidad y calor (por ejemplo para calefacción y/o	Adecuado para uso directo, por ejemplo: Calefacción de casas, invernaderos, secado, piscinas, piscicultura

²⁵ Fuente: Emerging Energy Research, Marzo 2009.

²⁶ Fuente: <http://www.geysirgreenenergy.com/utilization/>

industria).

Fuente: Empresa GeoThermHydro (www.geothermhydro.com)

9.1.1 Factor de Planta

El factor de planta típico para las plantas geotérmicas modernas es sobre 90% y cercanos a 95%-98%²⁷. Históricamente el factor de planta es superior al 80%.

La eficiencia, medida como la utilización de la energía contenida en el fluido geotérmico para la generación de electricidad, varía dependiendo de la temperatura de la fuente fría, la temperatura de scaling (que es la mínima temperatura a la que se puede reinyectar el fluido sin que ocurran incrustaciones en los ductos de reinyección) y de la temperatura del reservorio. Considerando una temperatura de fuente fría promedio de 15°C y una temperatura del fluido geotérmico de 300°C, entonces la eficiencia de la planta no superará de 49% (eficiencia Carnot). Las bajas temperaturas en Chaitén y sus alrededores, favorecen una alta eficiencia respecto al máximo alcanzable.

9.2 Evaluación de prefactibilidad técnica-económica.

El desarrollo de un proyecto geotérmico, desde su inicio enfrenta distintas fases de estudio que tienen como fin ir disminuyendo el riesgo geológico y termodinámico asociado al reservorio geotérmico. Es por ello que existen distintos hitos donde se evalúa la pre/factibilidad del proyecto y se toman decisiones respecto su continuación o abandono. Un proyecto típico toma entre 7 a 8 años su finalización, considerando el inicio del proyecto en la etapa de exploración geotérmica. La información requerida para la evaluación del proyecto en cada una de sus etapas es esencialmente:

Tabla 45: Etapas proyectos geotermia

Etapas	Información requerida
Etapa 1: Recopilación de datos y evaluación de data existente (2-4 meses)	Información geológica existente; Fuentes de información: ministerio de minería, SERNAGEOMIN, universidades, ENAP. Información de mercado: proyección de precios, costo de financiamiento y agentes financieros.
Etapa 2: Fase exploratoria (1-2 años)	En esta etapa se genera información técnica.
Etapa 3: Informe de pre-factibilidad	Información de Etapa 1 y 2
Etapa 4: Perforación y sondeo exploratorio / pozos de confirmación (5-6 años)	En esta etapa se genera información técnica.
Etapa 5: Informe de factibilidad	Informe de prefactibilidad más la información de la Etapa 4.
Etapa 6: Diseño conceptual de la planta	Informe de Factibilidad
Etapa 7: Diseño, construcción, perforación, supervisión (junto al punto 6: 3-4 años)	Informe de Factibilidad más información Etapa 6.
Etapa 8: Sondeo, puesta en marcha, capacitación (0,5-1 año)	Informe de Factibilidad más información Etapa 6 y 7.
Etapa 9: Informe expos de factibilidad	Informe de Factibilidad más información Etapa 6, 7 y 8.

Fuente: Empresa GeoThermHydro (www.geothermhydro.com)

²⁷ Fuente: Emerging Energy Research, Marzo 2009

9.3 Potenciales energéticos para Nueva Chaitén.

De acuerdo al Decreto 142²⁸, Fuentes Probables de Energía Geotérmica, se identifican 25 fuentes probables de energía geotérmica en la décima región, de las cuales 6 se ubican en la comuna de Chaitén.

En general existe muy poca información útil para el desarrollo de un proyecto geotérmico. El catastro de Fuentes Termales desarrollado por el SERNAGEOMIN contiene información básica referencial que permite estimar de manera muy general el potencial del recurso geotérmico de acuerdo a los datos de los muestreos realizados. Esta información se encuentra disponible en el mapa Mapa de Fuentes de Aguas Termales de Chile, a la venta en la biblioteca del SERNAGEOMIN²⁹.

Otras fuentes de información de interés geotérmico: Bibliotecas de universidades, Biblioteca de ENAP, Ministerio de Minería, Comisión Nacional de Energía, Conama.

9.4 Costos de operación de las tecnologías.

Los costos típicos para el desarrollo de un proyecto geotérmico son:

Tabla 46: Costos proyectos geotermia

Planta de 100 MW (referencia año 2007)	Millones USD	%
Exploración y confirmación del reservorio	15	5%
Perforación de pozos productores y de reinyección	120	40%
Sistema de recolección de vapor	30	10%
Maquinaria de planta (turbinas)	90	30%
Construcción y puesta en marcha	45	15%
Total	300	

Costo Operacional Planta 100 MW	
Tiempo de operación	7.500 – 8.000 horas/año; factor de planta 90%
Generación anual de energía	750 GWh
Vida útil	30 años
Tipo de interés	2 – 6 %
Costo anual de capital	6 millones USD (interés 2%) 18 millones USD (interés 6%)
Reposición de pozos	6 pozos aproximadamente; 1 cada 4 años
Costo anual reposición de pozos	750 mil USD (0,25 del costo total)
Costo anual de operación	6 millones USD (2% inversión)
Costo operacional total	6,75 millones USD por años

²⁸Fuente: http://www.sisgeotermia.cl/medios/regulacion/Decreto_142_Reglamento_Fuentes_Probables.pdf

²⁹Fuente: <http://sigeo.SERNAGEOMIN.cl/website/carro/product.asp?productid=40071>

Fuente: Empresa GeoThermHydro (www.geothermhydro.com)

Para el caso de Santa Bárbara, considerando una demanda eléctrica anual aproximada de 3 GWhel y una potencia peak de 2 MWel, además de energía anual para calefacción de 21 GWh, con una planta geotérmica de 4,5-7 MW se podría satisfacer el 100% del requerimiento energético de Santa Bárbara en base a electricidad. Esta planta puede ser tipo flash o binaria; la primera tendría un costo de inversión aproximado de 16 a 25 millones de USD mientras que la binaria en torno a los 20 a 32 millones de USD.

Considerando la producción media mundial de un pozo geotérmico de 3,5 MW el proyecto requeriría de 2 pozos productores y uno de reinyección. Dependiendo de las características geotérmicas de la zona, podría ser posible desarrollar el proyecto con 1 sólo pozo. Existen ejemplos de pozos de 15 MW en Nicaragua y de 8 MW en la zona del Tatio, Chile.

Para una planta de estas dimensiones, el período de desarrollo típico estimado alcanza 4-6 años.

9.5 Sistemas de calefacción alternativos

9.5.1 Utilización del calor residual de la planta geotérmica

Este tipo de sistemas aprovecha el calor del fluido geotérmico que está destinado a ser reinyectado a la tierra, después de haber sido utilizado en la planta eléctrica (flash o binaria). A la salida de la planta eléctrica, el agua aún tiene suficiente temperatura que puede ser transferido en un intercambiador de calor al fluido de calefacción distrital.

Este tipo de solución requiere de la construcción de un ducto de agua desde la planta hasta la ciudad y de una red de distribución a cada casa. Además las casas deben estar equipadas con radiadores a agua o bien con losa radiante (dependiendo de la opción, la temperatura de operación variará. En el caso de los radiadores la temperatura de ingreso es de 70-80°C mientras que para losa radiante por 30-40 °C). El sistema distrital debiera tener un flujo estimado entre 90.000 – 100.000 kg/h, considerando un diferencial de temperatura entre el flujo de entrada y salida del intercambiador de calor en la central geotérmica de 40°C.

9.5.2 Utilización de bombas de calor geotérmicas

9.5.2.1 Utilización directa de agua geotérmica (por ejemplo de un pozo)

La Bomba de Calor de utilización directa permite transferir energía acumulada en el agua de un pozo profundo o en un río o hacia un fluido que entrega a través energía a un sistema de calefacción de una casa o un sistema de calefacción de una instalación comercial

En el mercado existen bombas de calor geotérmicas de potencia de calefacción de 1,6³⁰ MW y la potencia peak de calefacción debiera estar entre 6-8³¹ MW. El costo para estas aplicaciones

³⁰ Fuente: http://complex.cl/imagenes/desc_geo/GSHP_SSRCREV2.pdf

³¹ Nota: El requerimiento de energía para calefacción se distribuye en 4/7 del año.

varía entre 400-700³² USD/kW, lo que da una inversión aproximada de 3,2-5,6 millones de USD. Considerando costos de ingeniería, instalación y puesta en marcha, el proyecto total debiera bordar los 8-10 millones de USD.

El costo operacional asociado a esta alternativa y considerando un factor de ganancia de 2,5 y un precio para la electricidad de 12³³ cent USD/kWh, el total anual asciende aproximadamente a 1 millón de USD.

En esta estimación de costos no considera el costo de la planta de electricidad para generar los 8,4 GWh anuales requeridos para la operación de la bomba (considerando factor de ganancia de 2,5).

Además en el caso de estas instalaciones, se pueden requerir estudios de derechos de agua.

9.5.2.2 Bombas de calor geotérmicas (serpentin o sonda vertical)

También es posible utilizar bombas de calor geotérmicas aprovechando el calor de la tierra, que en el caso de Santa Bárbara tendría una temperatura promedio de 10°C todo el año.

Para ello se instalan tubería a 1,50-2 metros bajo la superficie que recuperan el calor de la tierra y generan energía de manera constante todo el año. En el caso de una bomba de calor tierra-agua, se requiere, para estos climas, una superficie disponible de 250 mt² para calefaccionar una vivienda de 100 mts². Esto significaría que la superficie requerida solo para abastecer las viviendas seria aproximadamente 4.37.500 metros² de bomba de calor horizontal.

Es necesario evaluar los posibles conflictos en el uso de los suelos para este tipo de proyecto. En caso de falta de espacio, se pueden utilizar sistemas de sonda vertical pero estos sistemas tienen costos aun más elevados.

9.5.3 Ejemplos de uso de esta tecnología en casos climáticamente similar

El ejemplo más adecuado para comparar con la futura ciudad de Santa Bárbara, considerando como factores de comparación principales el clima y el ser una zona aislada eléctricamente del sistema eléctrico SIC, es el caso de Islandia³⁴.

Islandia es una isla con un sistema eléctrico aislado y con un clima con temperaturas máximas de 15°C en verano y de -15°C en invierno. Su principal actividad económica ligada al consumo de energía son la industria del aluminio y la pesca/piscicultura. Hoy la energía geotérmica se utiliza para la calefacción residencial (54%), generación de electricidad (28%), piscicultura (5%), invernaderos (4%), industria (2%) y otros usos diversos. La capacidad instalada en calefacción supera los 1.200 MW (térmicos) y en generación eléctrica alcanza los 550 MW (eléctricos). De la energía eléctrica producida el 77% es consumida por la industria del aluminio.

³² Fuente: Bombas de calor Complex; bombas de calor Rehau

³³ Valor referencial para cuantificar económicamente el costo. De ser mayor este valor, hay que volver a estimar el costo.

³⁴ Fuente: Icelandic National Energy Authority, Geysir Green Energy, GeoThermHydro.

En el sistema de calefacción distrital, posee ductos de hasta 35 km de distancia y donde la caída de temperatura es inferior a 1 °C en invierno.

El resto de la energía eléctrica es generada por hidroelectricidad y el 100% de la generación eléctrica y de calefacción es renovable. El petróleo y derivados son únicamente utilizados para el transporte.

9.6 Marco legal para implementación de esta tecnología

En Chile el marco legal geotérmico se encuentra descrito en la Ley 19.657, sobre concesiones de energía geotérmica, y en sus decretos que se encuentran a disposición en el ministerio de minería³⁵.

La ley define 2 tipos de concesiones, las de exploración y la de explotación, especificando detalladamente los procedimientos de solicitud. Necesariamente para solicitar la concesión de explotación hay que demostrar la existencia del recurso geotérmico.

Además existe el catastro de fuentes geotérmicas probables, ya mencionado anteriormente, donde el actual marco legal señala que el mecanismo de otorgación de esas zonas en forma parcial o total, será vía licitación pública. Estas zonas también se conocen como zonas geotérmicas de interés público.

Hoy existe en el senado una propuesta de modificación a la ley, donde se busca aumentar las exigencias a las empresas con el fin que se desarrollen dentro de los plazos los proyectos y también busca otorgar más flexibilidad a la forma de las concesiones, entre otras cosas.

Se aprobó una ley que otorgará un subsidio a las empresas, en caso que los pozos exploratorios sean fallidos. Este subsidio consiste en el pago parcial del costo de perforación. El decreto aún no está desarrollado y se espera a su publicación.

Todas las consideraciones legales, ambientales y sociales están contenidos en la Ley 19.657.

9.6.1 Normativa Ambiental

Al igual que en los capítulos anteriores, es necesario considerar lo establecido en la ley 19.300 , ya que todos los proyectos de generación eléctrica, utilizando o no recursos renovables no convencionales deberán someterse al SEIA si se trata de centrales generadoras de energía mayores a 3 MW. Para obras menores a 3MW deberán también someterse al SEAI siempre y cuando se proyecte su localización en un parque nacional o un área colocada bajo protección oficial.

9.7 Ventajas y desventajas para Santa Bárbara.

El clima en Santa Bárbara es favorable para el desempeño de la planta geotérmica, ya que las fuentes frías que pueden ser agua o aire tienen temperaturas bajas, respecto la zona central o norte del país. Las zonas geotérmicas se ubican a menor altura que en el norte y por ello la densidad del aire es mayor, lo que también favorece el desempeño de la planta (afecta positivamente la eficiencia).

³⁵ Fuente: <http://www.minmineria.cl/574/propertyvalue-1973.html>

Debido a la presencia cercana del volcán Chaitén y de su actividad volcánica reciente, es necesario ubicar la planta geotérmica en un lugar seguro desde el punto de vista de una erupción volcánica, además de los resguardos sísmicos.

Los principales riesgos asociados a una zona de alta actividad volcánica y sísmica son:

- Destrucción total o parcial de los pozos de reinyección o de inyección. Esto significa clausurar o recuperar los pozos.
- Desplazamiento del reservorio geotérmico. Esto trae consigo el agotamiento repentino del reservorio ya que se desplaza como consecuencia del desplazamiento de las placas o estructuras geológicas.
- Situación de riesgo para la planta por presencia de manifestaciones magmáticas (lava) superficiales en la cercanía.

La energía geotérmica tiene riesgos asociados a la evaluación de la exploración que deben ser considerados. A eso se suman los plazos y los costos elevados en comparación con el resto de las tecnologías descritas anteriormente. Sin embargo, el factor de planta del 98% es una ventaja comparativa pues implica tener energía de manera constante y fiable.

En el caso de Santa Bárbara la demanda guía del proyecto estará dada por la demanda térmica, pues la demanda eléctrica debe ser analizada en el marco de la conexión al sistema de Palena., esto puede hacer poco atractivo una planta geotérmica por las escalas y los riesgos asociados a las exploraciones.

En caso de hacer un proyecto aislado de la red, la energía geotérmica de alta entalpía, generando calor y electricidad de manera constante es una tecnología recomendable, dada las características de la zona.

En el caso de bombas de calor – geotermia de baja entalpía- esta tecnología permite generar calor durante todo el año, independiente del clima exterior. Requieren, sin embargo, de energía eléctrica exterior al circuito para funcionar. Esta energía eléctrica definirá el costo operativo del sistema de generación de calor. Es necesario evaluar los beneficios de una doble inversión en estos casos, pues se requiere primero generar electricidad para luego transformarla en energía térmica.

La principal desventaja frente a la utilización de la biomasa, es el bajo aporte en términos de empleo que esta tecnología puede generar.

9.8 Bibliografía

- Entrevista con Carlos Jorquera. Gerente General de Jorka Energy EIRL.

10 Generación Distrital

10.1 Antecedentes técnicos

Un sistema de calefacción distrital hace referencia al sistema por el cual se distribuye calor de forma centralizada en un área determinada. Los sistemas de calefacción distrital constan de procesos de generación y distribución de la energía.

10.1.1 Sistema de generación

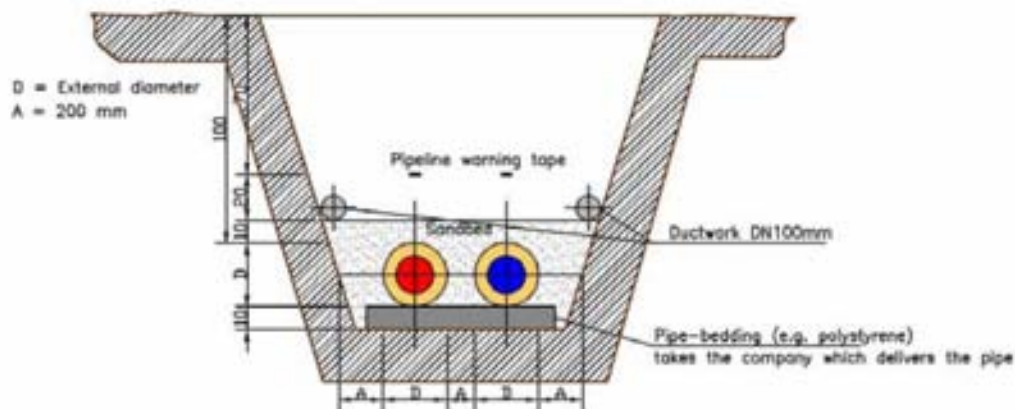
Las fuentes de calor que utiliza la planta pueden ser de diferente origen. En algunos casos se utiliza el calor residual de algún proceso industrial, en otros se genera electricidad y se usa el calor excedente (co-generación) y en otros se obtiene directamente de la combustión de biomasa.

Fuente: ECOFYS-VALGESTA, 2009

10.1.2 Sistema de distribución

Una planta de calor distrital necesita de un sistema de tuberías, las cuales se instalan en el suelo, como muestra la figura siguiente:

Figura 14: Instalación Tuberías, sistema distrital calor



Fuente: Reinhalter, 2004

La configuración de la red de distribución, puede ser del tipo

- Red tipo anillo
- Red tipo árbol

- Red tipo Malla

El tipo de red que se instale dependerá de la demanda a abastecer, de su ubicación geográfica y de las condiciones de operación del sistema. Además, hay dos posibilidades de conectar a los usuarios a esta red de calor distrital:

- Conectados directamente (sin intercambiador de calor)
- Conectado indirectamente (con un intercambiador de calor)

10.1.3 Condiciones requeridas para un sistema distrital

Para que sea factible un sistema de calefacción distrital, deben cumplirse ciertas condiciones. Entre estas condiciones se encuentran las siguientes:

- Existe una demanda agregada de viviendas o actividades que requieren energía térmica en un radio no superior a 2 km
- Se dispone de una o preferiblemente muchas fuentes de suministro local de biomasa.
- Una reducida distancia a la fuente de suministro ya que puede influir significativamente en el costo del combustible y en las emisiones de CO₂.
- Calidad del suelo apta para excavar con facilidad
- La menor distancia permite menor volumen de acopio de combustible en el lugar de uso, que generalmente dispone de menor espacio que otros lugares de acopio
- Disponibilidad de una superficie libre, próxima a una vía de transporte y a las demandas de energía térmica, adecuada para construir la planta y el almacenamiento de combustible
- Existencia de combustibles alternativos de alto precio
- Es crucial el correcto dimensionamiento de la planta en función de la curva de demanda, tanto para satisfacer la demanda punta como para cubrir las temporadas de baja demanda, lo que generalmente se realiza con generadores auxiliares, los que pueden utilizar diferentes tecnologías y/o combustibles

Fuente: ECOFYS-VALGESTA, 2009

10.1.4 Sistemas de Gestión

Los sistemas distritales requieren de sistemas para la gestión del calor. Por ello se instalan medidores de temperaturas y de flujo para medir el uso de calor en cada vivienda/edificio. EL pago de los servicios de entrega de calor distrital requiere de un sistema de facturación que asegure el cobro adecuado, por ejemplo, a través, de sistemas de medición remoto

Existen proyectos donde las empresas de calor distrital son abastecidos por cooperativas de los campesinos que entregan la biomasa necesaria para la operación de la planta.

Fuente: www.biomassenergycentre.org.uk

10.2 Costos

En los proyectos distritales los costos de transmisión y distribución del calor representan normalmente entre el 50-75% del costo total.

Según cifras de Thorsteinsson (2005), los costos del pipping van desde 300 USD-3000 USD por metro. El resto del costo de la inversión vendrá dado por la tecnología utilizada para la generación de calor. En este sentido, se recomienda el análisis de proyectos de sistemas de cogeneración de biomasa con generación de calor distrital y la utilización del calor geotérmico.

Los costos de inversión para un sistema distrital geotérmico pueden ir desde los USD500 – 3000 USD per kW, es decir, una inversión cercana a los 1.250.000 – 7.500.000 USD para el caso de Santa Bárbara.

10.3 Ejemplos de proyectos

El proyecto de Kielder en Inglaterra, es un proyecto de calefacción distrital a base de biomasa. Este proyecto está compuesto por una caldera de 300 kW y 950 metros de tubería. Existe un sistema de respaldo diesel y en cada vivienda existe un intercambiador de calor. Las familias reciben mes a mes su cuenta de calefacción.

El sistema consume entre 250 y 450 toneladas de madera. Cada tres a cuatro veces al año se llena el depósito de madera requerido para el funcionamiento de la planta. La caldera tiene una eficiencia cerca al 87% y se estima que este sistema ahorra 57 toneladas de CO₂ al año, en comparación con sistemas de calefacción a petróleo.

El costo total del proyecto fue cercano al 1 millón de dólares., es decir un costo específico de 3.000 USD/kW.

10.4 Ventajas y desventajas para Santa Bárbara

En el caso de Santa Bárbara, se cumplen los principales requisitos para analizar la factibilidad de un sistema de calor distrital.

La demanda agregada de las viviendas se encuentra dentro de los 2 km de distancia y el combustible (geotermia o CHP Biomasa) están disponibles en el lugar. Falta realizar el estudio de potencial de biomasa que analice el potencial real de explotación de la biomasa del bosque nativo, considerando los radios de explotación y/o un análisis de los potenciales de geotermia.

No hay información sobre la calidad del suelo, se requiere de un estudio para evaluar estos puntos como para la evaluación del potencial uso de la geotermia.

Dado que la zona se debe planificar desde un principio, se recomienda analizar una planta considerando los espacios adecuados para la instalación de una planta como para el acopio de la biomasa (este lugar de acopio puede ser el lugar de secado). No existen alternativas para la generación de calor, por lo que las posibilidades alternativas se basan en calderas a diesel. No

existen registros de precios, sin embargo, es necesario recalcar el nivel de aislación de la zona que hace vulnerable la utilización y dependencias de combustibles no locales.

Los sistemas distritales permiten una mayor eficiencia y basado en combustibles locales permite una mayor seguridad de abastecimiento y una mayor comodidad a los usuarios.

Requiere de un modelo de gestión para la comercialización (distribución, facturación) de la energía que garantice la viabilidad de las inversiones en el largo plazo. Y requiere de un aprovisionamiento seguro del combustible.

La situación actual en Santa Bárbara permite planificar y construir un sistema de calefacción distrital sin efectos negativos en la población.

10.5 Bibliografía

- Biomass (district) heating plants. Important technical aspects. Reinhalter, 2004.
- Calefacción y Refrigeración distrital. ECOFYS-VALGESTA, 2009
- US Geothermal District Heating: Barriers and Enablers. Thorsteinsson (2005)

11 Otras informaciones relevantes

11.1 CORFO

A través de CORFO existen financiamientos para los estudios relacionados a proyectos ERNC.

Apoyo al financiamiento de estudios de preinversión

CORFO cuenta con dos líneas de fomento que se encargan de esta tarea: el Programa de Promoción y Atracción de Inversiones Todo-Chile, dependiente de la Gerencia de Inversión y Desarrollo, y el Programa de Preinversión para proyectos ERNC, que depende de la Gerencia de Fomento.

Programa Todo-Chile

Para el fomento de proyectos de inversión en las regiones de Chile distintas a la Metropolitana. A través del componente de preinversión de este programa, se han realizado tres concursos (2005, 2006 y 2007) de apoyo a preinversión en ERNC, convocados por CORFO y CNE, con los cuales se ha favorecido a más de 100 iniciativas de inversión en ERNC, con aportes por parte del Estado de Chile de más de US\$ 3 millones.

A este tipo de apoyo pueden postular empresas nacionales y extranjeras que estén evaluando proyectos cuyas perspectivas de inversión supere los US\$ 400.000. La postulación se realiza en la Dirección Regional de CORFO correspondiente a la Región del país en la cual se emplazará el proyecto de inversión en caso de que este se concrete.

El apoyo consiste en un subsidio de hasta el 50% del costo de los estudios o hasta el 2% de la inversión estimada y sin sobrepasar los 60.000 USD. (app 1.500 UF)

Se financia todo tipo de estudios de preinversión: estudios de pre-factibilidad y factibilidad, asesorías especializadas necesarias para materializar el proyecto (estudios prospectivos del recurso energético; técnico-económico; ingeniería básica; ingeniería de detalle; impacto ambiental; entre otros), estudios necesarios para evaluar e incorporar el proyecto al Mecanismo de Desarrollo Limpio, etc..

Los proyectos que se consideran elegibles son aquellos factibles de conectarse a los sistemas eléctricos y que aprovechen la energía geotérmica, la eólica, la de la biomasa o la hidráulica, este último caso restringido a pequeñas centrales hidroeléctricas (< 20 MW). Como requisito indispensable para optar al subsidio se exige acreditar el acceso al recurso energético primario, ya sea mediante su propiedad (o del derecho de explotación) o con un compromiso formal del propietario. Para estudios prospectivos (ej.: viento, solar) basta con autorización del propietario del terreno.

Apoyo al financiamiento de la inversión

CORFO a través de su Gerencia de Intermediación Financiera, pone a disposición líneas de crédito de largo plazo que pueden ser destinadas a financiar proyectos de ERNC, a las cuales se puede acceder por medio de la Banca Local. Entre ellas se encuentra, la línea de crédito para financiar inversión en medio ambiente, financiada con aportes del Gobierno Alemán . A través de ella se puede optar a créditos de US\$ 5 millones.

Prontamente estará operativa una nueva línea de intermediación financiera destinada exclusivamente a créditos para proyectos de ERNC y de eficiencia energética, la cual también será financiada por medio de cooperación reembolsable del Gobierno Alemán.

Fuente: www.cne.cl

Un proyecto privado de generación eléctrica en la zona de Santa Bárbara, para el sistema de Palena, ya sea hidráulica, eólica o por cogeneración de biomasa, puede ser presentado para la de estos fondos.

11.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Chile ratificó el Protocolo de Kyoto y forma parte de los países donde se pueden desarrollar proyectos MDL. El MDL está regido bajo el alero de la Convención de Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC).

En Chile, el organismo estatal a cargo de dar la carta de aprobación de la Autoridad Nacional Designada (AND) requerida para el MDL es la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA, www.conama.cl).

Condiciones necesarias para un proyecto MDL:

- Contribuir al desarrollo sostenible del país.
- Demostrar tener beneficios reales, mensurables y de largo plazo en relación con la mitigación de los gases de efecto invernadero.
- Adicionalidad, es decir, reducir emisiones consideradas adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad del proyecto

Las condiciones de este proyecto hacen que de calificar a un proyecto de certificación de reducción de emisiones (CER), lo haga en el marco de los Proyectos de pequeña escala (*Small Scale Projects*), los cuales son:

- Proyectos de Energía Renovable con una capacidad instalada máxima equivalente de hasta 15 MW.

- Proyectos de Eficiencia Energética que reducen el consumo de energía en el punto de suministro y/o consumo, hasta un equivalente de 15 GWh/año
- Otros Proyectos que conjuntamente reduzcan emisiones de GEI en menos de 15.000 toneladas anuales de CO2 equivalente

Estos proyectos cuentan con metodologías simplificadas a fin de disminuir posibles barreras y disminuir los costos de transacción.

Existe también la posibilidad de vender certificados en mercados voluntarios (VER), donde los precios son sin embargo, más bajo que el marco del mercado regulado.

11.2.1 Plazos

Los plazos para certificar emisiones pueden ser bastante largos y pueden tomar entre 12-36 meses.

11.2.2 Costos del Proceso

Los costos de transacción de los proyectos MDL son elevados, a manera de referencia se muestra la siguiente tabla .

Tabla 47: Costos asociados proyectos MDL

Etapa del Ciclo del Proyecto	Costos Asociados	
Diseño del Proyecto MDL	US\$ 20.000 a US\$ 30.000.	
Aprobación Nacional	En Chile no existe costo de emisión por la carta de Aprobación Nacional	
Validación	US\$ 15.000 a US\$ 50.000	
Registro	Promedio de toneladas de CO ₂ equivalente reducidas por año durante el periodo de acreditación	US\$
	<= 15.000	5.000
	> 15.000 y <= 50.000	10.000
	> 50.000 y <= 100.000	15.000
	> 100.000 y <= 200.000	20.000
	> 200.000	30.000
Verificación y Certificación	Monitoreo: 0,05 - 5% del valor del proyecto. Verificación: US\$ 3.000 - US\$ 20.000 por visita de verificación.	
Certificación y emisión CERS	Existe un cargo por administración, y además un cargo para un el Fondo de Adaptación en las Naciones Unidas que equivale al 2% de los CERs generados anualmente.	

Fuente: CNE/GTZ 2007.

11.2.3 Tipos de proyectos en el marco del proyecto Nueva Chaitén

Existen dos áreas interesantes para analizar en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio:

Energía térmica desplazada

Al incorporar eficiencia energética por sobre la normativa térmica en viviendas y edificios, se podrían calcular los requerimientos energéticos – térmicos - evitados. El consumo de energía evitada – de acuerdo al factor de GEI dependiente de la procedencia de la energía – entregaría valores de CO₂ evitados. En caso de que la energía desplazada sea biomasa – leña para calefacción – entonces, habría que determinar la forma de manejo de la leña para evaluar el grado de aporte a las reducciones los GEI.

La energía de la biomasa - sólo bajo un esquema de manejo sustentable del bosque –es una fuente cero emisiones de CO₂, por lo que la energía térmica desplazada en este contexto podría ser evaluada en el marco de un MDL.

Energía eléctrica desplazada

En el caso de la energía eléctrica desplazada, si se incorporan energías verdes dependerá de un punto clave: Sistema Conectado al Sistema de Palena o Sistema Aislado.

Sistema Conectado al Sistema de Palena

1) Primeramente es necesario analizar la fuente de generación de la línea base. Al estar Chaitén conectada a la red, su fuente de energía tiene una fuerte componente hidráulica, por lo que las emisiones desplazadas por una fuente cero emisiones – hidráulica , eólica o cogeneración de biomasa – se reducen a aquellas que aportaría sin proyecto un sistema térmico. Según cálculos preliminares estos valores fueron en el año 2008 de 360.000 kwh/año.

La componente de ahorro energético eléctrico en viviendas y edificio, también podría ser evaluado, si se establece obligatoriedad de niveles de eficiencia en equipos y aparatos eléctricos. En este caso, las emisiones desplazadas dicen relación de la matriz de generación eléctrica del sistema, que en este caso, tiene una fuerte componente hidráulica de pequeña escala.

En el caso de un mejoramiento de la eficiencia a nivel del alumbrado público, área donde también es posible realizar un proyecto MDL, nuevamente el proyecto desplazaría bajos niveles de emisiones, dada la fuerte componente hidráulica del sistema de Palena.

Para todos estos casos es necesario verificar la existencia de una metodología simplificada. En caso de que no exista una metodología los procesos de certificación de reducción de emisiones pueden extenderse más de lo estipulado.

Los altos costos de los proyectos de certificación de emisiones así como los plazos requeridos deben ser sopesados en el marco de estos proyectos, sobre todo dada las envergaduras de las emisiones previstas. Por otra parte, existe claramente un beneficio “político” de certificar un proyecto de esta envergadura y complejidad, independiente de los beneficios económicos que puedan obtenerse.

Tabla 48: Referencias de precios CERs.

Precios (dic 09)	CER ³⁶
Alto	€12.7
Bajo	€12.67

Fuente: www.pointcarbon.com

Por último, es necesario tomar en cuenta que si bien no existen obligaciones de reducción de emisiones de GEI y es Chile por tanto solo país *host* de proyectos MDL, puede que el contexto se modifique al ser Chile, oficialmente parte de la OECD y el nuevo escenario post-2012 que se defina en las negociaciones internacionales en la Cumbre de Cambio Climático en Copenhague y las posteriores reuniones en México.

Prefactibilidad de MDL

Se recomienda realizar un estudio de prefactibilidad de MDL para la zona para definir la metodología y calcular los niveles de CERs. Este estudio puede tener un costo cercano 20.000 euros y tomar cerca de dos meses.

11.3 Bibliografía

- “Guía del Mecanismo de Desarrollo Limpio para Proyectos del Sector Energía en Chile”. CNE/GTZ. 2007
- Entrevista a Vinka Hildebrandt.. CDM Manager South America. SN Power.Santiago.

³⁶ Source: Point Carbon Secondary CER OTC assessment (15 Dec 09) , www.pointcarbon.com

12 Conclusiones

El proyecto de Santa Bárbara presenta condiciones inmejorables para la planificación de una ciudad eficiente y con cero emisiones, que se transforme en un polo de atracción para el turismo “eco”.

Para ello, la utilización de los más altos estándares de eficiencia es una prioridad:

- Reducción de la demanda en calefacción en edificios y viviendas a través la utilización de estándares térmicos elevados;
- Minimización de los requerimientos eléctricos por iluminación y aparatos eléctricos tanto en edificios públicos y residenciales;
- Minimización de los requerimientos en el alumbrado público;
- Reducción de los requerimientos de agua y agua caliente sanitaria, a través de tecnologías de uso eficiente de agua;

Estos son factores extremadamente relevantes en proyectos de optimización de uso de la energía para esta nueva ciudad. Los análisis costo/beneficio de tener altos niveles de eficiencia deben considerar no sólo los beneficios económicos por reducción de las instalaciones energéticas requeridas sino también los beneficios medioambientales ligados al ahorro de energía y los aspectos de vulnerabilidad – económica y energética de la zona – es decir, los costos reales del abastecimiento energético para los habitantes.

Santa Bárbara se encuentra en una situación de aislamiento geográfico importante y sin acceso a recursos convencionales de generación energética, pero con una alta riqueza en potenciales de energía local y limpia. Recursos hidráulicos, eólicos, geotérmicos y de biomasa, deben ser analizados para abastecer la demanda de energía térmica y eléctrica.

En primer lugar, se recomienda evaluar de manera más precisa la factibilidad técnica de conectar Santa Bárbara con el sistema de Palena. Si bien la distancia es razonable y existe una ruta entre Chaitén y Santa Bárbara, se deben evaluar los costos y la factibilidad técnica, toda vez que a erupción del volcán pudo haber generado daños importantes al sistema de distribución. El sistema de Palena, es concesión de la empresa Edelaysen, quien opera además plantas térmicas e hidráulica en este sistema. Los datos preliminares de demanda y generación eléctrica en la zona, indican una alta generación hidráulica respecto del total de la energía generada, por lo que el sistema ya tiene una alta componente de energía limpia y de carácter local que puede ser fortalecido por inversiones en el marco de este proyecto.

Conectar Santa Bárbara con el sistema de Palena, implica minimizar las inversiones requeridas para abastecer Santa Bárbara de energía eléctrica, ya que el sistema hidráulico ya instalado, representa cerca del 50% de la capacidad instalada del Sistema de Palena.

Al interconectar el proyecto y las inversiones energéticas de Santa Bárbara con el resto del sistema, cambia el carácter local y cerrado del proyecto energético y se genera un proyecto de carácter provincial que permita *verderizar* no sólo Santa Bárbara sino también el sistema de Palena, eliminando las unidades térmicas de la zona y por ende generar una actitud positiva hacia el proyecto en la zona.

Entre las tecnologías que deben ser evaluadas para el proyecto de generación eléctrica, bajo este marco para Santa Bárbara están la energía eólica, hidráulica o cogeneración con biomasa.

En este marco, la utilización de energía geotérmica para generación de energía eléctrica de alto potencial en la zona podría verse dificultada por los riesgos y costos de exploración asociados a este tipo de proyectos y la escala de capacidad requerida. La utilización del calor de la energía geotérmica puede seguir siendo considerada aun en un escenario de conexión con el sistema de Palena.

La demanda térmica – ligada a los requerimientos de calefacción y de generación de agua caliente - puede ser satisfecha a través de la utilización de la biomasa forestal, proveniente de un bosque nativo manejado sustentablemente. La ley de Bosque Nativo permite hoy día una explotación manejada y este proyecto podría ser una experiencia piloto que entregue directrices para la gestión energética de la biomasa en Chile.

Para ello, se requiere profundizar los estudios técnico-económicos para evaluar el potencial disponible real. Definir los radios económicamente factibles de explotación en una zona de poca infraestructura vial puede ser una de las barreras a la explotación y generar efectos negativos por emisiones de CO₂. Por otro lado, se requiere evaluar los costos y plazos para los programas de transferencia de conocimientos que permitan generar las capacidades locales requeridas para el éxito de un proyecto de esta magnitud. En el marco de la utilización de la biomasa, la certificación de la comercialización de leña seca, existente en la zona sur del país, es un instrumento de valor agregado al proyecto.

En este marco, cogenerar electricidad y calor utilizando biomasa, permitiría abordar el abastecimiento de energía con una mayor eficiencia, inyectando la energía eléctrica a la red y generando calor distrital para Santa Bárbara, puede ser muy atractivo, además que permite dinamizar la economía del sector, generando empleos locales.

Es necesario evaluar como factor crítico, la organización y la fiabilidad de suministro así como la gestión de estos sistemas localmente. Existen múltiples ejemplos de ciudades abastecidas con biomasa ya sea para la generación de electricidad como para la distribución centralizada de calor con sistemas de gestión privados y/o a través de cooperativas locales exitosas.

También existen tecnologías de *tri-generación* (calefacción, energía eléctrica y refrigeración) que utilizan biomasa y que pueden ser muy interesantes para edificios tales como los hospitales de mediana complejidad que son intensivos en consumo energético.

Como solución de abastecimiento, también es posible generar calor a través de la geotermia de alta entalpía y distribuirla en la ciudad en sistemas distritales. Los costos, los plazos involucrados y los riesgos asociados a la utilización de la geotérmica de alta entalpía pueden

ser una barrera importante al desarrollo de estos proyectos y difícilmente pueden competir con un sistema de biomasa.

En el caso de la utilización de bombas de geotermia de baja entalpía puede ser utilizado para la generación centralizada a través de la utilización de agua de un pozo, pero los costos para este tipo de proyectos son bastante elevados y no representan una solución para abastecer energía a las familias, por la escala del proyecto. Si puede ser considerado en caso de requerimientos puntuales de energía, como por ejemplo, para el hospital, edificios usualmente intensivos en consumo energético.

En el caso de bombas de calor horizontales, que pueden ser utilizadas para abastecer las viviendas de manera individual o edificios, permite una alta seguridad de abastecimiento durante todo el año, pero requiere para su funcionamiento de energía eléctrica. Dado los promedios de la temperatura en la zona, se puede estimar que para una vivienda de 100mt², 250 mt² de superficie para un sistema de bomba de calor horizontal. En este contexto una desventaja podría ser el espacio y/o el uso agrícola alternativo que tengan los terrenos donde se instalan estos sistemas. El costo operativo de estos sistemas viene dado por el costo de la generación eléctrica.

La generación distrital de calor, concentra cerca del 70% de los costos en la instalación de los sistemas de distribución de calor, y dada las condiciones de Santa Bárbara, las superficies en cuestión permitirían su utilización. Se requieren análisis más precisos para determinar su factibilidad y análisis de suelo para establecer la factibilidad y el costo de instalar un sistema de este tipo. Un factor clave para el éxito del proyecto de calor distrital, es el mecanismo de negocio y la legislación requerida. En Chile no existe reglamento para la venta de calor, por lo que es necesario desarrollar un reglamento que permita una sustentabilidad económica de los proyectos en el largo plazo. Los mecanismos de tarificación, mecanismos de medición y facturación son factores críticos que deben ser analizados en proyectos de calefacción distrital.

Otro punto que requiere de análisis profundo es la solución al suministro de energía para la cocción de alimentos. Sistemas de reemplazo cero emisiones existen, tales como el uso de energía eléctrica o de biogás para la utilización de cocinas, pero en ambos casos, no existe una viabilidad económica clara de estas alternativas para este proyecto. En el caso del biogás es necesario evaluar no sólo si la materia prima está disponible y a que costo, sino además la factibilidad de distribuir biogás a las familias.

Se debe considerar que cambiar la tecnología de cocción a leña permitiría a las familias aumentar su grado de comodidad respecto a este servicio, pero se requiere un análisis en terreno que evalúe las necesidades reales y los grados de confort de los sistemas existentes así como la percepción de las alternativas. La utilización de la leña (seca y de bosque manejado correctamente) puede ser una solución como combustible para la cocción de alimentos pero podría significar la reducción de la demanda térmica en viviendas – ya minimizada - y por ende inviabilizar sistemas centralizados de distribución de calor. Una opción alternativa es la utilización de gas licuado para las cocinas, pero esta energía, se sale del esquema de una ciudad verde, cero emisiones.

En el marco de sistemas individuales de generación de energía, los sistemas solares térmicos también tienen ventajas que permitirían incorporarlos a análisis de factibilidad. Sin embargo se debe priorizar por sistemas centralizados para este proyecto dada las ventajas en términos de eficiencia que se pueden alcanzar y las condiciones únicas que permitirán realizar un proyecto demostrativo de alto impacto.

Cualquier cambio tecnológico debe ser acompañado por procesos de sensibilización y capacitación que no pongan en riesgo la utilización de nuevas tecnologías tanto a nivel de consumo de energía como de utilización de sistemas de alta eficiencia.

Dado que la zona se debe planificar desde un principio, se recomienda analizar una los espacios considerando las áreas adecuados para la instalación de una planta de generación de calor, sus líneas de distribución, como para el acopio de la biomasa (este lugar de acopio puede ser el lugar de secado).

Es necesario recalcar el nivel de aislación geográfica de la zona la hace muy vulnerable a la utilización de combustibles no locales.

Las fuentes renovables de energía se caracterizan por bajos costos operacionales y altos costos de inversión. Para realiza un análisis comparativo, se deben considerar, no sólo los costos de inversión sino que deben incorporarse en la decisión, los costos de operación y mantenimiento requeridos para cada una de estas tecnologías durante el ciclo de vida completo del proyecto³⁷.

En el marco de un sistema mediano, no existen instrumentos de fomentos de ENRC en el marco de las leyes eléctricas. Existen, sin embargo, herramientas CORFO que pueden ser utilizados por los privados para el desarrollo de proyectos.

El análisis de beneficios por ventas de bonos de carbono, requiere de un estudio de pre-factibilidad que evalúe la metodología bajo el cual podría ser desarrollado el proyecto y los niveles de emisiones que podrían ser desplazados y certificados. En general, los costos de transacción para proyectos de certificación de emisiones así como los plazos requeridos son altos y deben ser sopesados en el marco de este proyecto, sobre todo dada la pequeña envergadura de las emisiones previstas. Existiría un beneficio “político” de certificar un proyecto de esta envergadura y complejidad, independiente de los beneficios económicos que puedan obtenerse. Por último, es necesario tomar en cuenta la modificación del contexto para proyectos MDL, dado que Chile es oficialmente parte de la OECD y dado el nuevo escenario post-2012 que se defina en las negociaciones internacionales en la Cumbre de Cambio Climático en Copenhague y las posteriores reuniones en México.

³⁷ Levelised energy cost

8.2

ESTUDIO BÁSICOS DE RIESGOS SANTA BARBARA, X REGIÓN
Sat Sansar Singh



**INFORME
ESTUDIO BASICO DE RIESGOS
SANTA BARBARA, X REGION**

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO

ENERO 2010



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	3
1 INTRODUCCION	5
2 ANTECEDENTES	5
3 OBJETIVO	7
4 METODOLOGIA DE TRABAJO	8
5 GEOLOGIA DEL SITIO	9
5.1 GEOLOGÍA LOCAL	9
5.2 HIDROGEOLOGÍA LOCAL	11
5.3 GEOTECNIA LOCAL	11
6 EVALUACION DE RIESGOS	12
6.1 RIESGO DE INUNDACIÓN	12
6.2 RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA	13
6.3 RIESGO POR ACTIVIDAD VOLCÁNICA	14
6.3.1 RIESGO POR CAÍDA DE MATERIAL PIROCLÁSTICO	14
6.3.2 RIESGO POR LAHARES	15
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación Área Proyecto
Figura 2	Instalaciones Existentes
Figura 3	Mapa Geológico
Figura 4	Mapa de Peligros

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A	Álbum Fotográfico
---------	-------------------



RESUMEN EJECUTIVO

A solicitud del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MAYCO Consultores realizó un Estudio Básico de Riesgos en el sector de Santa Bárbara, X Región, el cual ha sido definido como la localización de la nueva capital de la Provincia de Palena.

Con posterioridad a la erupción del volcán Chaitén, la Presidencia de la República mandató al MINVU la misión de “recuperar la capital de la Provincia de Palena, desarrollando una ciudad con una fuerte identidad paisajística y cultural, que incorpore criterios de sustentabilidad ambiental, social y económica, que garantice una alta calidad de vida para sus habitantes, y que se consolide como la puerta de acceso a la Carretera Austral”. En respuesta a este mandato, la División de Desarrollo Urbano del MINVU, se encuentra desarrollando un Plan Maestro para la nueva Capital de la Provincia de Palena, lo que incluye la formulación de un instrumento de planificación urbana que regule el diseño urbano de dicha ciudad. Como parte de esto, se necesita caracterizar las áreas de riesgo, o “aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole, suficientes para mitigar tales efectos”.

El objetivo general del presente Estudio Básico de Riesgos es proporcionar antecedentes que permitan definir las áreas de riesgo del sector comprendido dentro del límite de macroubanización establecido por el MINVU para el sitio. Los objetivos específicos del presente estudio corresponden a la generación de cartografía geológica a escala 1:5.000, secciones estratigráficas, una caracterización geotécnica preliminar de suelos de fundación, y cartografía escala 1:5.000 de áreas de riesgo, incluyendo zonas inundables o potencialmente inundables, zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas, y zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica. La metodología utilizada comprendió la recopilación y revisión de antecedentes, un levantamiento geológico/geotécnico en terreno, y el análisis e interpretación de resultados.

En el centro y norte del sitio aflora una secuencia de gravas y arenas semiconsolidadas a pobremente consolidadas, de al menos 67 m de potencia, correspondientes a un abanico glaciofluvial, desarrollado de los 13.000 años AP. Otras unidades de menor distribución areal en el sitio corresponden a depósitos fluviales no consolidados de cursos fluviales activos (Esteros Santa Bárbara y Quebrada Honda), depósitos litorales eólicos actuales de arenas no consolidadas de playa, al poniente del sitio, y sedimentos coluviales de rocas metamórficas asociadas al Complejo Metamórfico Cordillerano, al sur del sitio.

En el sitio se verifica la presencia de un acuífero libre (no confinado), emplazado en un horizonte de arenas, gravillas y gravas, ubicado entre los -26 y -52 m.s.n.m.m. La superficie



freática se ubica a los 41 metros bajo el nivel de la superficie, correspondientes a una elevación de -26 m.s.n.m.m.

Los suelos superficiales en el sitio presenta un grado de cementación moderado, consistencia media, húmedas, resistencia en seco correspondiente a una desagregación a polvo fácil, dilatación lenta, y plasticidad baja a nula

El relieve joven con valles predominantemente en V y riberas poco modeladas por la erosión en los cauces principales, Estero Santa Bárbara y Estero Quebrada Honda, así como la presencia de estos en depósitos no consolidados de arenas y gravas, sugiere que el peligro de inundación por desborde del cauce principal de ríos en el sitio es bajo. Asimismo, la ubicación de la superficie freática a 41 metros bajo el nivel de la superficie, sugiere que el peligro de inundación por saturación del sustrato (elevación de la napa freática) en el sitio es muy bajo. No obstante, se recomienda realizar una evaluación cuantitativa de la recurrencia de una crecida tal que origine una inundación por desborde del cauce, mediante una caracterización del régimen hidrológico de los cursos principales en el sitio, y de la capacidad de infiltración de los suelos en el sitio, mediante la realización de afloramientos locales o transposición desde cuencas cercanas, en conjunto con pruebas de infiltración en terreno.

Una caracterización de los rasgos morfológicos principales del sitio, realizada a partir de un análisis morfométrico (de pendientes) permitió caracterizar al pie de laderas en la elevación montañosa al sur del sitio, de pendientes superiores a 20°, a los escarpes costeros localizados en sector poniente del sitio, a los escarpes asociados a las riberas del curso principal del Estero Santa Bárbara, y a los escarpes del pozo de áridos, como zonas de alto peligro de ser afectadas por fenómenos de remoción en masa, y a los valles incisos interiores en la elevación montañosa al sur del sitio, y al pie de laderas en la elevación montañosa al sur del sitio, de pendientes entre 15° y 20°, como zonas de moderado peligro de ser afectadas por fenómenos de remoción en masa.

Resultados de simulaciones numéricas de erupciones volcánicas explosivas para los volcanes activos Huequi, Chaitén, y Corcovado, realizadas en estudios anteriores, indican que el sitio presenta un peligro bajo de ser afectado por caída de material piroclástico en espesores que signifiquen riesgo a las estructuras físicas y/o a la salud humana o al medio ambiente. Asimismo, una estimación de la sección inundada sobre las líneas de máxima pendiente transversales al cauce en el sitio, realizada en estudios anteriores, indica que el sitio presenta un peligro bajo de ser afectado por un flujo lahárico que exceda el cauce en su curso bajo, originando riesgo a las estructuras físicas, y/o a la salud humana o al medio ambiente.



1 INTRODUCCION

A solicitud del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), MAYCO Consultores (Mayco) realizó un Estudio Básico de Riesgos en el sector de Santa Bárbara, X Región (el sitio, ver figura 1).

El presente informe incluye una descripción de las actividades realizadas, los resultados obtenidos, y las recomendaciones para una adecuada gestión del sitio.

2 ANTECEDENTES

Con posterioridad a la erupción del volcán Chaitén, la Presidencia de la República mandató al MINVU la misión de “recuperar la capital de la Provincia de Palena, desarrollando una ciudad con una fuerte identidad paisajística y cultural, que incorpore criterios de sustentabilidad ambiental, social y económica, que garantice una alta calidad de vida para sus habitantes, y que se consolide como la puerta de acceso a la Carretera Austral”.

En respuesta a este mandato, la División de Desarrollo Urbano (DDU) del MINVU, se encuentra desarrollando un Plan Maestro para la nueva Capital de la Provincia de Palena. Como parte de este Plan Maestro, se ha definido la localidad de Santa Bárbara, ubicada 10 km al norte de Chaitén, como la localización de este emplazamiento urbano¹.

Al presente, el MINVU se encuentra en proceso de cierre del Plan Maestro, lo que incluye la formulación de un instrumento de planificación urbana que regule el diseño urbano de dicha ciudad. Como parte de esto, y con el objetivo de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), se necesita definir las **áreas restringidas al desarrollo urbano**, incluyendo la caracterización de **áreas de riesgo**. De acuerdo a la OGUC, las **áreas de riesgo** corresponden a “aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole, suficientes para mitigar tales efectos”. La determinación de estas **áreas de riesgo** se realiza en base de las siguientes características:

- zonas inundables o potencialmente inundables, debido, entre otras causas, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua, napas freáticas o pantanos,

¹ Pontificia Universidad Católica/Universidad Austral de Chile, 2009. Estudio de Escenarios de Reconstrucción/Relocalización de la Ciudad de Chaitén.



- zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas,
- zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas,
- zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana,
- recomendaciones asociadas a calidad de suelo y futuras construcciones en él, desde el punto de vista de resistencia y fundaciones a utilizar

Resultados preliminares de una evaluación de peligros geológicos a escala 1:50.000², realizada utilizando fotografías aéreas e imágenes satelitales, indican lo siguiente:

- el sitio presenta un alto peligro de ser afectada por flujos piroclásticos, generados en los volcanes Chaitén y Michinmahuida, como consecuencia del colapso de columnas eruptivas elevadas o explosiones laterales,
- el sitio presenta un bajo peligro de ser afectado por la caída y acumulación de material piroclástico, con espesores estimados inferiores a 1 cm,
- el sitio no presenta peligro de ser afectado por lahares (aluviones volcánicos),
- la zona sur del sitio (ladera) presenta un alto peligro de ser afectado por impacto y depósito de material removido desde áreas topográficamente más altas, por procesos de remoción en masa,
- la zona central y norte del sitio presenta un alto peligro de ser afectada por inundación por desborde de cauces,
- el sitio presenta un moderado peligro de ser afectado por sismos superficiales de fuente cercana, capaces de generar intensidades máximas percibidas cercanas a VII en la Escala de Mercalli modificada³,
- el sitio está caracterizado como zona de alto peligro relacionado con procesos volcánicos, de remoción en masa, e inundaciones,

Resultados de una evaluación de peligros geológicos a escala del diseño urbano previsto⁴, realizada mediante visitas a terreno, análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales, el uso de un modelo de elevación ASTER Global Digital Elevation Model y modelamiento numérico, indican lo siguiente:

² Servicio Nacional de Geología y Minería, 2008. Evaluación Preliminar de los Peligros Geológicos en el área de Pumalín-Chumildén, Provincia de Palena, Región de Los Lagos

³ Instituto Nacional de Normalización (INN). 1961. NCh3. Of 61 (ex2-1 ch). Escala de intensidad de los fenómenos sísmicos. 2ª edición, 8 p. Santiago.

⁴ Servicio Nacional de Geología y Minería, 2009. Reevaluación de los Peligros Geológicos en el área de Santa Bárbara (Nueva Chaitén), Provincia de Palena



- el sitio exhibe una baja probabilidad de ser afectado por depósitos de flujo piroclástico,
- los procesos volcánicos que potencialmente podrían afectar el sitio son la caída de material piroclástico (lapilli y principalmente ceniza), y la inundación por lahares,
- las probabilidades de ocurrencia de acumulación de depósitos de material piroclástico con espesores superiores a 10 cm, estimadas mediante simulaciones numéricas de erupciones volcánicas explosivas del estilo sub-pliniana y pliniana de los volcanes Huequi, Chaitén y Corcovado, y utilizando datos de circulación atmosférica representativos del sitio, se ha estimado bajo 10%,
- los volúmenes de material detrítico requeridos para exceder el cauce fluvial del Río Rayas en su curso bajo, de manera que los lahares alcanzaran el sitio, se estima superan 1 km³,
- la recurrencia de volúmenes de material detrítico superiores a 1 km³ son superiores a 1.000 años,

3 OBJETIVO

El objetivo general del presente estudio es proporcionar antecedentes que permitan definir las áreas de riesgo del sector comprendido dentro del límite de macrounificación establecido por el MINVU para el sitio (ver figura 2).

Los objetivos específicos del presente estudio corresponden a la generación de los siguientes productos:

- Cartografía geológica a escala 1:5.000, levantada mediante interpretación de imágenes satelitales y/o fotografías aéreas verticales, con control de terreno,
- Secciones estratigráficas levantadas en terreno, con descripción geológica de los materiales (sujeto a disponibilidad de cortes naturales, trincheras o calicatas),
- Caracterización geotécnica preliminar de suelos de fundación,
- Cartografía escala 1:5.000 de áreas de riesgo, incluyendo los siguientes:
 - zonas inundables o potencialmente inundables,
 - zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas,
 - zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica,
- Definición de potenciales estudios adicionales de peligro/riesgo a ser desarrollados en el área, en caso de necesitarse.



4 METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología utilizada estuvo diseñada para cumplir con el objetivo de este estudio, y comprendió la ejecución de las siguientes tareas:

- Tarea 1: Recopilación y Revisión de Antecedentes
- Tarea 2: Levantamiento Geológico/Geotécnico en terreno
- Tarea 3: Análisis e Interpretación de Resultados
- Tarea 4: Confección de un Informe

La Tarea 1, Recopilación y Revisión de la Información Disponible, estuvo orientada a obtener antecedentes de las características físicas del sitio, con el propósito de evaluar preliminarmente los riesgos a la salud humana y el medio ambiente asociados a los impactos potencialmente presentes en el sitio. Para esto se recopiló y revisó información disponible puesta a disposición de MAYCO por representantes del MINVU. En particular, se recopiló y revisó lo siguiente:

- Servicio Nacional de Geología y Minería, 2008. Evaluación Preliminar de los Peligros Geológicos en el área de Pumalín-Chumildén, Provincia de Palena, Región de Los Lagos,
- Servicio Nacional de Geología y Minería, 2009. Reevaluación de los Peligros Geológicos en el área de Santa Bárbara (Nueva Chaitén), Provincia de Palena,
- Perfomaq S.A., 2008. Informe Técnico Perforación Pozo N° 1640. Intendencia Xa Región de los Lagos,
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009. Plan Maestro Ciudad Chaitén. Informe Preliminar
- Pontificia Universidad Católica de Chile/Universidad Austral, 2009. Estudio de Escenarios de Reconstrucción/Relocalización de la ciudad de Chaitén. Informe Final Etapa 3.

La Tarea 2, Levantamiento Geológico/Geotécnico en Terreno, fue realizada mediante una campaña de terreno el día 8 de Enero de 2010. El Levantamiento Geológico/Geotécnico incluyó un levantamiento a escala 1:5.000 de la geología del sitio, realizado mediante una inspección ocular en terreno de los cortes y taludes en el pozo de áridos existente en el sitio, incluyendo una caracterización de la columna estratigráfica generalizada del sitio, unidades litológicas presentes, y estructuras presentes, incluyendo escarpes y trazas de falla.

Durante el reconocimiento estuvieron presentes los siguientes:

- Iván López., División de Desarrollo Urbano, MINVU,
- Bernardo Valdés., División de Desarrollo Urbano, MINVU,



Durante el Levantamiento Geológico/Geotécnico en Terreno se realizó asimismo una caracterización geotécnica preliminar de los suelos superficiales, correspondientes al suelo de los primeros 15 cm desde la superficie. Esta caracterización geotécnica preliminar fue realizada mediante las siguientes pruebas en terreno:

- grado de cementación (suelos arenas y gravas),
- grado de consistencia (suelos limo-arcillosos)
- contenido de humedad
- resistencia en seco
- dilatancia (suelos limo-arcillosos)
- plasticidad (suelos limo-arcillosos)

A continuación se describen los resultados obtenidos:

5 GEOLOGIA DEL SITIO

5.1 Geología Local

Resultados de un levantamiento geológico/geotécnico realizado en terreno como parte del presente estudio, permiten indicar la existencia de las siguientes unidades (ver figura 3):

- depósitos glaciofluviales (Qgf). Corresponde a una secuencia métrica de arenas y gravas semiconsolidadas a pobremente consolidadas, de disposición subhorizontal (ver foto 1, Anexo A). Conforman un abanico fluvio-glacial parcialmente emergido, al centro y norte del sitio. Una descripción de la columna estratigráfica se incluye más adelante

Esta asociación configura el conjunto típico de asociaciones glaciales y periglaciales desarrolladas durante la última fase de avance y retroceso glacial en la región, que habría culminado cerca de los 13.000-12.700 años AP^{5,6}.

- depósitos fluviales (Qf). Sedimentos no consolidados de cursos fluviales activos, asociados a los Esteros Santa Bárbara y Quebrada Honda (ver foto 2, Anexo A). Predominan facies de relleno de canal, constituidos por gravas matriz soportadas, de

⁵ McCulloch, R.D., Bentley, M.J., Purves, R.S., Hulton, N.R.J., Sugden, D.E., Clapperton, C.M. 2000. Climatic inferences from glacial and palaeoecological evidence at the last glacial termination southern South America. *J. Quaternary Science*, 15(4): 409-417.

⁶ Clapperton, 1993. *Quaternary Geology and Geomorphology of South America*. Elsevier Science Publishers, 779 p. Amsterdam.

bolones bien redondeados y de moderada esfericidad. Se emplazan a un mismo nivel en relación con el curso fluvial activo. Se presentan al sur del sitio.

- depósitos litorales eólicos actuales (Qe). Sedimentos no consolidados de playa, compuestos por arenas de buena selección, con estratificación plana horizontal predominante, y estratificaciones cruzadas de bajo ángulo (ver foto 3, Anexo A). Afloran al poniente del sitio. Presenta gravas subordinadas. Exhibe ondulitas superficiales.
- depósitos coluviales (Qc). Sedimentos no consolidados correspondientes a meteorización in-situ de rocas metamórficas asociadas al Complejo Metamórfico Cordillerano⁷. Se presentan al sur del sitio. Presenta una cubierta de material edafizado, que probablemente corresponda a depósitos piroclásticos pleistocenos u holocenos tempranos⁴.

Los resultados del levantamiento geológico permiten caracterizar la siguiente columna estratigráfica generalizada para los depósitos glaciofluviales:

- 15-14 m.s.n.m.m.: Suelo vegetal Pt, con alto contenido orgánico
- 14-13,3 m.s.n.m.m.: Arcilla inorgánica ML. Color gris claro. Húmeda. Consistencia media. Plasticidad baja a nula. Presenta un 10% de arena fina (ver foto 4, Anexo A)
- 13,3-11 m.s.n.m.m.: Arena Media SW. Color gris medio. Húmeda a seca. Densidad moderada a alta. Presenta un 25% de arena fina, 50% arena media, 10% arena gruesa, y 15% gravas (ver foto 5, Anexo A). Ocasionalmente presenta paleocanales.
- 11-3 m.s.n.m.m.: Gravas GW. Mezcla de gravas y arenas bien gradadas. Presenta un 50% de gravas de buen redondeamiento y esfericidad baja a moderada, de hasta 15 cm de diámetro. Matriz de arenas medias a gruesas. (ver foto 6, Anexo A) Localmente las gravas se presentan imbricadas. Cerca de la base de este nivel se observó un horizonte de aprox. 5 cm de espesor, de clastos pumíceos retrabajados.
- 3-2 m.s.n.m.m.: Arena Media SW. Color gris medio. Húmeda Densidad moderada a alta. Presenta un 25% de arena fina, 50% arena media, 10% arena gruesa, y 15% gravas (ver foto 7, Anexo A).

Esta columna es consistente con los resultados de la construcción de un pozo en el sitio (ver figura 2). La columna descrita en el sector del pozo es la siguiente⁸:

⁷ Servicio Nacional de Geología y Minería-Bureau de Recherches Géologiques et Minières (SERNAGEOMIN-BRGM). 1995. Carta metalogénica de Xa Región Sur. Informe Registrado, IR-95-05, 4 Tomos, 10 vols. Santiago.

⁸ Perfomaq S.A., 2008. Informe Pozo N° 1640, Santa Bárbara.



15-8 m.s.n.m.m: arena, gravilla, grava
8-2 m.s.n.m.m: arena, gravilla
2- -4 m.s.n.m.m: arena, gravilla (pómez)

En el sitio no se verifica la presencia significativa de material piroclástico⁹.

El sitio se encuentra cercano a fallas de rumbo sinistral NW-SE¹⁰.

5.2 Hidrogeología Local

Resultados la construcción de un pozo, indican que en el sitio se verifica la presencia de un acuífero libre (no confinado). Este se emplaza en un horizonte de arenas, gravillas y gravas, ubicado entre los -26 y -52 m.s.n.m.m. (ver apartado 4.1.3). La superficie freática se ubica a los 41 metros bajo el nivel de la superficie, correspondientes a una elevación de -26 m.s.n.m.m.

5.3 Geotecnia Local

Resultados de una caracterización geotécnica preliminar de los suelos superficiales, correspondientes al suelo del horizonte de arcilla inorgánica ML, realizada mediante las pruebas en terreno, indican lo siguiente:

- grado de cementación: moderada
- grado de consistencia: media
- contenido de humedad: húmeda
- resistencia en seco: se desagrega a polvo fácilmente
- dilatancia: lenta
- plasticidad: baja a nula

Se seleccionó el horizonte de arcilla inorgánica ML por cuanto, si bien el horizonte más superficial corresponde a suelo vegetal (Pt), con alto contenido orgánico, este horizonte exhibe baja aptitud para la construcción de viviendas de uso residencial, equipamiento, y vialidad.

⁹ Naranjo JA, Stern C (2004). Holocene tephrochronology of the southernmost part of the Andean Southern Volcanic Zone. Rev Geol Chile, 31(2): 225-240

¹⁰ Lange, D., Cembrano, J., Rietbrock, A., Haberland, C., Dahm, T., Bataille, K. 2008. First seismic record for intra-arc strike-slip tectonics along the Liquiñe-Ofqui fault zone at the obliquely convergent plate margin of the southern Andes, Tectonophysics, doi: 10.1016/j.tecto.2008.04.014



6 EVALUACION DE RIESGOS

6.1 Riesgo de Inundación

Los resultados de una evaluación preliminar de peligro por inundación en el área indica que los procesos capaces de afectar al sitio corresponden a los siguientes²:

- desborde del cauce principal de cursos de agua,
- saturación del sustrato (elevación de la napa freática),

El desborde del cauce principal se origina por las crecidas, en las que el caudal aumenta. La probabilidad de que se produzca una crecida depende del régimen propio de cada río, la naturaleza del lecho fluvial, la dinámica del flujo, y de los materiales geológicos locales que forman las riberas del río.

De acuerdo con lo anterior, las zonas con peligro de inundación por desborde del cauce principal de ríos corresponden a las siguientes²:

- zonas bajas asociadas a planicies de inundación de ríos desarrolladas en valles interiores anchos,
- abanicos fluvio-estuarinos, y
- antiguas planicies de abrasión marina.

En el sitio, se observa que los cauces principales, Estero Santa Bárbara y Estero Quebrada Honda (ver figura 2), exhiben un relieve joven, con valles predominantemente en V, y vertientes o riberas poco modeladas por la erosión (ver foto 2, Anexo A), las que convergen en un fondo muy estrecho, también llamado lecho fluvial, por donde discurren las aguas. Los cauces principales no exhiben la presencia de zonas bajas y/o abanicos fluvio-estuarinos.

Por otra parte, la presencia de los cauces principales íntegramente excavado en depósitos no consolidados de arenas y gravas (ver foto 2, Anexo A), de una potencia de al menos 70 m (ver apartado 5.2), y la presencia de la superficie freática a los 41 metros bajo el nivel de la superficie, sugiere una elevada capacidad de infiltración desde el lecho fluvial

Por tal motivo, se puede concluir que el peligro de inundación por desborde del cauce principal de ríos en el sitio es bajo.

Por otra parte, puesto que la superficie freática se ubica a los 41 metros bajo el nivel de la superficie, se estima que el peligro de inundación por saturación del sustrato (elevación de la napa freática) en el sitio es muy bajo.



6.2 Riesgo de Remoción en Masa

Los resultados de una evaluación preliminar de peligro por fenómenos de remoción en masa en el área indica que los procesos capaces de afectar al sitio corresponden a caída, deslizamiento flujo y depósito de detritos². Estos procesos se originan en las siguientes zonas:

- Alto Peligro (zonas con alta recurrencia de cicatrices y depósitos de remoción en masa):
 - zonas de generación de remociones en masa con pendientes sobre 20°, localizadas preferentemente en los cordones montañosos y escarpes costeros,
 - zonas de impacto:
 - áreas al pie de laderas sobre 20°, lugar preferente de impacto por caída y deslizamientos,
 - fondos de valles incisos y cursos principales de ríos, lugar de más probable encausamiento de flujos de detritos.

- Moderado Peligro (zonas con menor recurrencia de cicatrices y depósitos de remoción en masa):
 - zonas de generación de remociones en masa con pendientes entre 15° y 20°, localizadas preferentemente en los cordones montañosos, en escarpes costeros, y en valles incisos en los lomajes suaves
 - zonas de impacto,
 - áreas al pie de laderas con pendientes entre 15° y 20°, lugar preferente de impacto por caída, deslizamientos y flujos de detritos menores. Corresponde típicamente a valles y planicies aluviales
 - terrazas altas asociadas a cursos principales de ríos, lugar con probabilidad de ser afectada por flujos de detritos

Un análisis morfométrico (de pendientes) realizado a partir de cartografía a escala 1:5.000, permitió identificar los rasgos morfológicos principales del sitio. El rasgo morfológico principal lo constituye la elevación montañosa al sur del sitio (ver figura 2), de aproximadamente 100 m.s.n.m., conformado por rocas metamórficas y que presenta una cubierta de sedimentos coluviales y material edafizado (ver apartado 5.1). Presenta pendientes típicamente entre 15° y 25°. Un rasgo secundario lo constituye un lomaje suave, entre 25 y 250 m.s.n.m., formado por los depósitos glaciofluviales que afloran al norte y centro del sitio (ver apartado 5.1). Presenta pendientes inferiores a 15%. Un tercer rasgo morfológico principal lo constituyen escarpes, localizados en la costa (aprox. 6 m, ver foto 8, Anexo A), la ribera del Estero Santa Bárbara (aprox. 5m, ver foto 2, Anexo A), y el pozo de áridos (aprox. 8 m).

De acuerdo a esto, las zonas de peligro por fenómenos de remoción en masa en el sitio corresponden a las siguientes (ver figura 4):



- alto peligro
 - pie de laderas en la elevación montañosa al sur del sitio, de pendientes superiores a 20°,
 - escarpes costeros localizados en sector poniente del sitio,
 - escarpes asociados a las riberas del curso principal del Estero Santa Bárbara,
 - escarpes del pozo de áridos,
- moderado peligro
 - valles incisos interiores en la elevación montañosa al sur del sitio
 - pie de laderas en la elevación montañosa al sur del sitio, de pendientes entre 15° y 20°,

La zona de lomajes suaves, alejada de los escarpes costeros y laderas de la elevación montañosa, se estima no presenta peligro de remociones en masa.

6.3 Riesgo por Actividad Volcánica

Los resultados de una evaluación de peligro por actividad volcánica en el sitio indica que los procesos capaces de afectar al sitio corresponden a caída de material piroclástico y lahares⁴.

6.3.1 Riesgo por Caída de Material Piroclástico

La caída de material piroclástico corresponde a la caída de fragmentos sólidos de material volcánico arrojado al aire durante una erupción, y solidificados a menudo durante su recorrido aéreo. Típicamente se originan en erupciones explosivas. La caída de material piroclástico tipo lapilli (entre 2 y 64 mm), y particularmente ceniza (menor a 2 mm) se considera como uno de los principales peligros volcánicos asociados con este tipo de erupciones. Se caracteriza por una amplia distribución areal, afectando potencialmente zonas geográficamente distantes de los centros eruptivos. Presentan consecuencias adversas a la población y al medioambiente como resultado del prolongado tiempo que los depósitos permanecen en el medio, además del tamaño fino de las partículas. Acumulaciones en superficie superiores a 10 cm pueden generar daños en estructuras tales como colapsos de techos.

Resultados de simulaciones numéricas de erupciones volcánicas explosivas (sub-pliniana y pliniana) para los volcanes activos Huequi, Chaitén, y Corcovado, ubicados a 55, 12 y 40 km de Santa Bárbara respectivamente, considerando erupciones de magnitud inferior a VEI 6, bajo el supuesto de una densidad del depósito de 1.000 kg/m³, y usando datos de circulación atmosférica representativos de la zona de estudio, realizadas con el modelo numérico TEPHRA2, indican las siguientes probabilidades de acumulación de depósitos⁴:



- acumulación de depósitos con espesores del orden de 1 cm: entre un 5 y 20 %
- acumulación de depósitos con espesores de al menos 10 cm: bajo 10 %
- acumulación de depósitos con espesores de al menos 1 m: bajo 1%

Los mayores espesores de depósitos se asocian a los centros volcánicos Chaitén y Corcovado,

Estos resultados son consistentes con observaciones geológicas, que indican que en el sitio no han sido reportados depósitos de caída de material piroclástico que superen un espesor de 10 cm⁹. Depósitos de caída que superen un espesor de 10 cm han sido reconocidos algunas decenas de km al NE, E y SE del sitio, asociados a erupciones holocenas de los volcanes Chaitén, Michinmahuida, Corcovado y Yanteles⁹.

Eventos eruptivos de magnitud superior a los simulados, tales como los grandes eventos explosivos holocenos ocurridos en el volcán Hudson⁹, no han sido documentados en la zona⁴.

Se estima por tanto que el sitio presenta un peligro bajo de ser afectado por caída de material piroclástico en espesores que signifiquen riesgo a las estructuras físicas (10 cm), y/o a la salud humana o al medio ambiente.

6.3.2 Riesgo por Lahares

Un lahar es un flujo de barro que descienden gravitacionalmente por las quebradas cuyas cabeceras están en el flanco de los edificios volcánicos. Se forman mediante la mezcla de fragmentos sueltos de roca, principalmente volcánica, que se encuentran en la ladera del volcán, con agua, formando flujos descendentes. Se originan en períodos de lluvia intensos (no necesariamente coincidentes con períodos de actividad volcánica), fusión de glaciares durante la actividad volcánica, vaciado de lagos hospedados en la cumbre del volcán, y/o desplome de laderas debido a alteración hidrotermal o sismo. Se caracterizan por contener bloques angulosos de roca de hasta 30 cm y raramente métricos, en una matriz volcánica.

La velocidad del flujo lahárico depende del ángulo de la pendiente en la cual se moviliza, de la viscosidad del lahar, las dimensiones del canal, y la dureza de la superficie infrayacente al flujo. Cuando las laderas del cono son muy empinadas, los flujos bajan con velocidades cercanas a los 100 km/h, con un efecto principalmente erosivo sobre el cono. A medida que la pendiente disminuye, el flujo pierde energía, depositando su carga sólida en depósitos de detritos de varios metros de espesor, pudiendo sepultar vastas áreas. Hay flujos laháricos que han alcanzado distancias de hasta 300 km desde su lugar de procedencia. La viscosidad, a su vez, está relacionada con la proporción de material sólido transportado por el agua, siendo algunos



flujos predominantemente acuosos, mientras que otros pueden contener hasta el 95 % de sólidos.

El flujo lahárico puede arrasar todo a su paso, incorporando muchas veces material orgánico como hojas y troncos destrozados y ocasionalmente los cuerpos de animales o personas. Los lahares pueden generar quebradas profundas, cambios en los cursos de los ríos, embancamiento en algunos sectores y fuertes inundaciones en otros, rellenos de valles fluviales y cuencas, entre otros. Los depósitos de este tipo de flujos se caracterizan por tener mala selección y estratificación.

Una estimación⁴ de la sección inundada sobre las líneas de máxima pendiente transversales al cauce en el sitio, realizada considerando los flujos de detritos como ondas de masa y densidad total constante, bajo el supuesto que el volumen y la sección inundada se conservan a lo largo del flujo, modificando su forma según la topografía, considerando la pérdida de momento que afecta al flujo lahárico, y utilizando un modelo digital de elevación derivado de imágenes ASTER, indican una sección inundable en el sitio cercana a 75.000 m². Debido a la morfología del valle, la mayor posibilidad de inundación se asocia con desbordes aguas arriba, donde el exceso sea conducido por afluentes ocasionales, mientras que para exceder el cauce en su curso bajo en el sitio, el volumen debe superar 1 km³.

Una estimación de la probabilidad de ocurrencia utilizando la relación empírica entre volumen y frecuencia de los procesos para el volcán Mount Rainier, situado en la cordillera noroccidental de Norteamérica, y donde las características orográficas y el régimen de precipitaciones es comparable al documentado en los alrededores de los volcanes Chaitén y Michinmahuida, indica que la recurrencia de eventos de volúmenes superiores a 1 km³ son mayores a 10.000 años⁴.

Se estima por tanto que el sitio presenta un peligro bajo de ser afectado por un flujo lahárico que exceda el cauce en su curso bajo, originando riesgo a las estructuras físicas, y/o a la salud humana o al medio ambiente.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el sitio aflora una secuencia de gravas y arenas semiconsolidadas a pobremente consolidadas, de al menos 67 m de potencia, correspondientes a un abanico glaciofluvial, desarrollado durante la última fase de avance y retroceso glacial en la región, cerca de los 13.000 años AP. Presentan una disposición subhorizontal, y se localizan al centro y norte del sitio. Otras unidades de menor distribución areal en el sitio corresponden a depósitos fluviales no consolidados de cursos fluviales activos (Esteros Santa Bárbara y Quebrada Honda), arenas



no consolidadas de playa formando depósitos litorales eólicos actuales, que afloran al poniente del sitio, y sedimentos no consolidados correspondientes a coluvio de rocas metamórficas asociadas al Complejo Metamórfico Cordillerano, las que se emplazan al sur del sitio.

En el sitio se verifica la presencia de un acuífero libre (no confinado). Este se emplaza en un horizonte de arenas, gravillas y gravas, ubicado entre los -26 y -52 m.s.n.m.m.. La superficie freática se ubica a los 41 metros bajo el nivel de la superficie, correspondientes a una elevación de -26 m.s.n.m.m.

Resultados de una caracterización geotécnica preliminar de los suelos superficiales, correspondientes a un horizonte de arcilla inorgánica ML, realizada mediante pruebas en terreno, indican lo siguiente:

- grado de cementación: moderada
- grado de consistencia: media
- contenido de humedad: húmeda
- resistencia en seco: se desagrega a polvo fácilmente
- dilatancia: lenta
- plasticidad: baja a nula

Los procesos con potencial de afectar al sitio por inundación corresponden a desborde del cauce principal de cursos de agua, y saturación del sustrato por elevación de la napa freática. No obstante, el relieve joven con valles predominantemente en V y riberas poco modeladas por la erosión en los cauces principales, Estero Santa Bárbara y Estero Quebrada Honda, así como la presencia de estos en depósitos no consolidados de arenas y gravas, sugiere que el peligro de inundación por desborde del cauce principal de ríos en el sitio es bajo. Asimismo, la ubicación de la superficie freática a 41 metros bajo el nivel de la superficie, sugiere que el peligro de inundación por saturación del sustrato (elevación de la napa freática) en el sitio es muy bajo.

No obstante, se recomienda realizar una evaluación cuantitativa de la recurrencia de una crecida tal que origine una inundación por desborde del cauce, mediante una caracterización del régimen hidrográfico de los cursos principales en el sitio, y de la capacidad de infiltración de los suelos en el sitio. La caracterización hidrográfica puede realizarse mediante la realización de aforos locales en los cursos de agua de los Esteros Santa Bárbara y Quebrada Honda, o mediante transposición desde cuencas cercanas, mientras que la caracterización de la capacidad de infiltración se recomienda sea ejecutada mediante pruebas en terreno.

Los procesos con potencial de afectar al sitio por remoción en masa corresponden a caída, deslizamiento flujo y depósito de detritos. Una caracterización de los rasgos morfológicos



principales del sitio, realizada a partir de un análisis morfométrico (de pendientes) permitió identificar las siguientes zonas de peligro por fenómenos de remoción en masa en el sitio:

- alto peligro
 - pie de laderas en la elevación montañosa al sur del sitio, de pendientes superiores a 20°,
 - escarpes costeros localizados en sector poniente del sitio,
 - escarpes asociados a las riberas del curso principal del Estero Santa Bárbara,
 - escarpes del pozo de áridos,
- moderado peligro
 - valles incisos interiores en la elevación montañosa al sur del sitio
 - pie de laderas en la elevación montañosa al sur del sitio, de pendientes entre 15° y 20°,

Los procesos con potencial de afectar al sitio por actividad volcánica corresponden a caída de material piroclástico y lahares. Resultados de simulaciones numéricas de erupciones volcánicas explosivas para los volcanes activos Huequi, Chaitén, y Corcovado, realizadas en estudios anteriores indican que el sitio presenta un peligro bajo de ser afectado por caída de material piroclástico en espesores que signifiquen riesgo a las estructuras físicas y/o a la salud humana o al medio ambiente. Asimismo, una estimación de la sección inundada sobre las líneas de máxima pendiente transversales al cauce en el sitio, realizada en estudios anteriores, indica que el sitio presenta un peligro bajo de ser afectado por un flujo lahárico que exceda el cauce en su curso bajo, originando riesgo a las estructuras físicas, y/o a la salud humana o al medio ambiente.



ANEXO A

ALBUM FOTOGRAFICO



Foto 1: Secuencia estratigráfica de sedimentos glaciofluviales



Foto 2: Sedimentos fluviales en curso del Estero Santa Bárbara. Notar escarpe en ribera del Estero



Foto 3: Sedimentos litorales eólicos actuales



Foto 4: Horizonte de Arcilla Inorgánica ML



Foto 5: Horizonte de Arena Media SW en sedimentos glaciofluviales



Foto 6: Gravas GW en sedimentos glaciofluviales



Foto 7: Arena Media SW bajo las gravas GW en sedimentos glaciofluviales



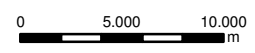
Foto 8: Escarpe costero

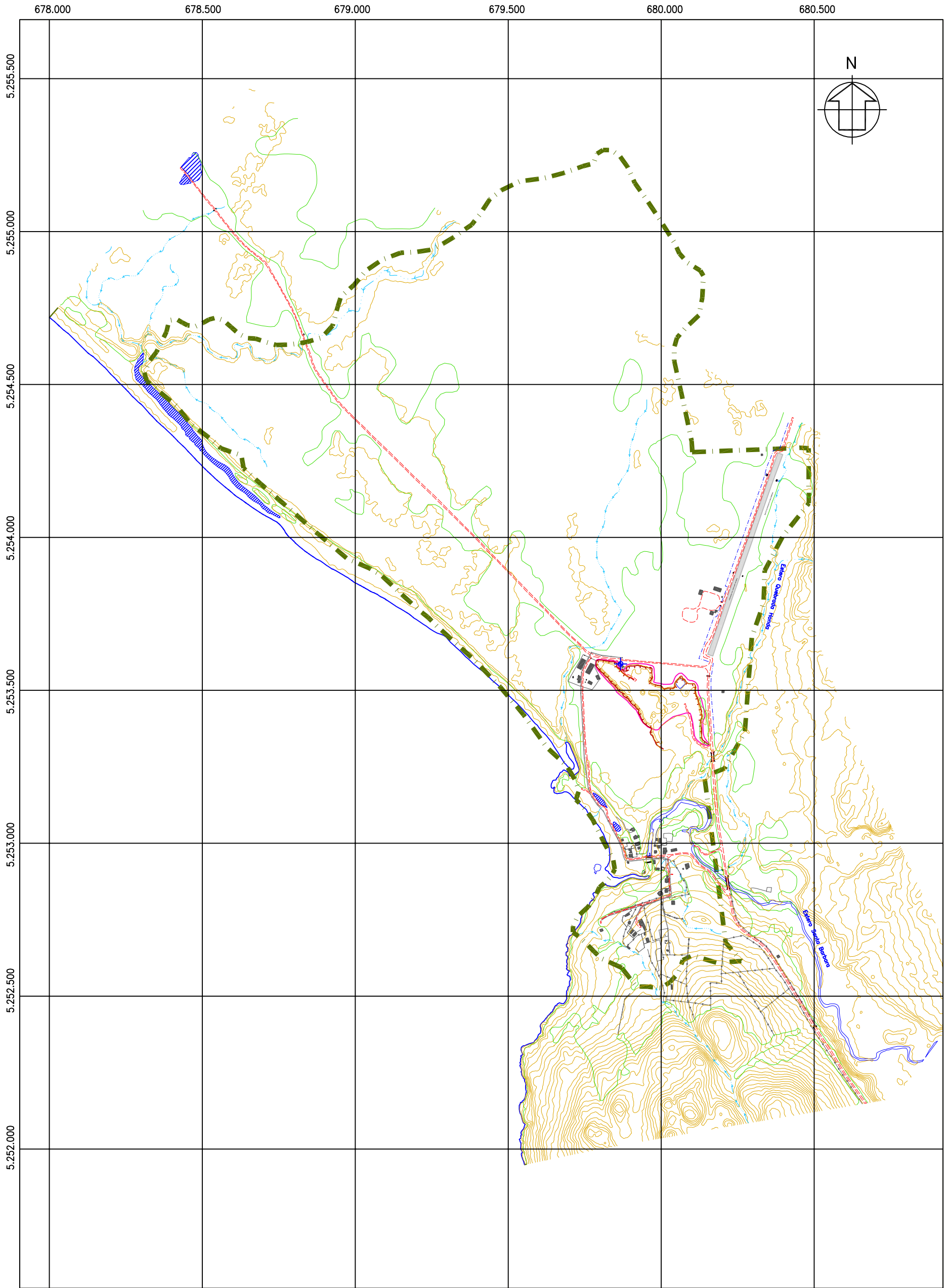


UBICACIÓN ÁREA PROYECTO

Figura 1

Enero 2010





Datum WGS 84 - Coordenadas UTM

Simbología	
	Curva de nivel
	Escarpe
	Quebrada
	Acequia
	Poza
	Río
	Pozo de agua
	Camino
	Movimiento de tierra
	Tendido eléctrica
	Bosque
	Cerco
	Edificaciones
	Aeródromo
	Límite proyecto macroubanización



Título:	
INSTALACIONES EXISTENTES	
Figura : 2	ENERO 2010
5.000 m 5 Km	
ESCALA 1:12.500	

678.000

678.500

679.000

679.500

680.000

680.500

5.255.500

5.255.000

5.254.500

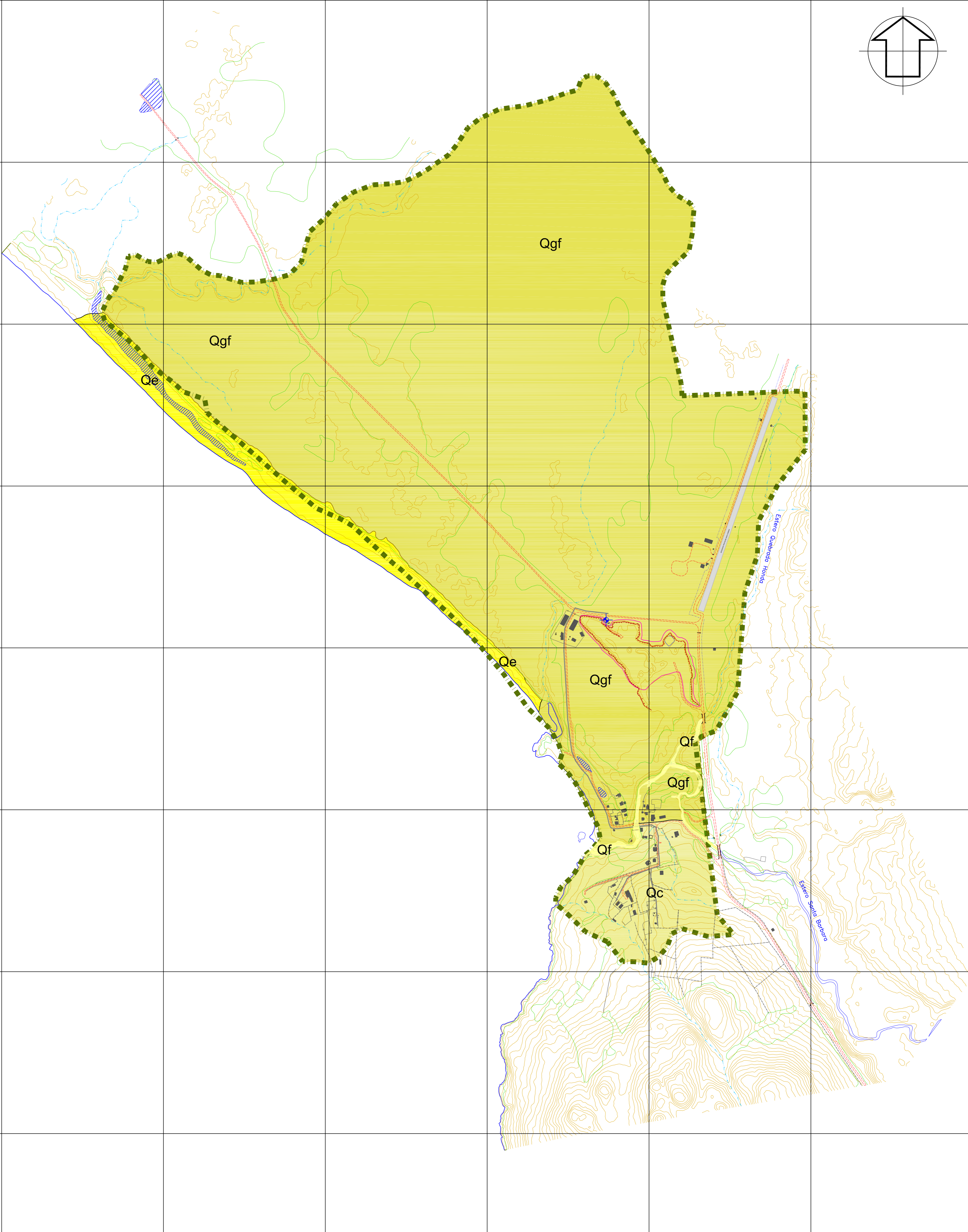
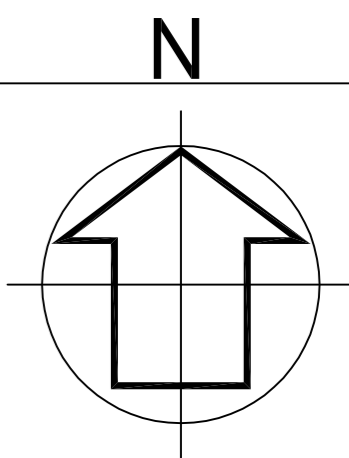
5.254.000

5.253.500

5.253.000

5.252.500

5.252.000



Simbología

	Curva de nivel		Movimiento de tierra
	Escarpe		Tendido eléctrica
	Quebrada		Bosque
	Acequia		Cerco
	Pozo		Edificaciones
	Río		Aeródromo
	Pozo de agua		Límite proyecto macroubanización
	Camino		

Leyenda Geología

	Qe	Depósitos Litorales Eólicos Actuales
	Qf	Depósitos Fluviales
	Qgf	Depósitos Glacio Fluviales
	Qc	Depósitos Coluviales

PREPARADO POR:

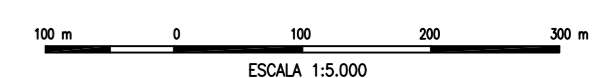


Título:

MAPA GEOLÓGICO

Figura : 3

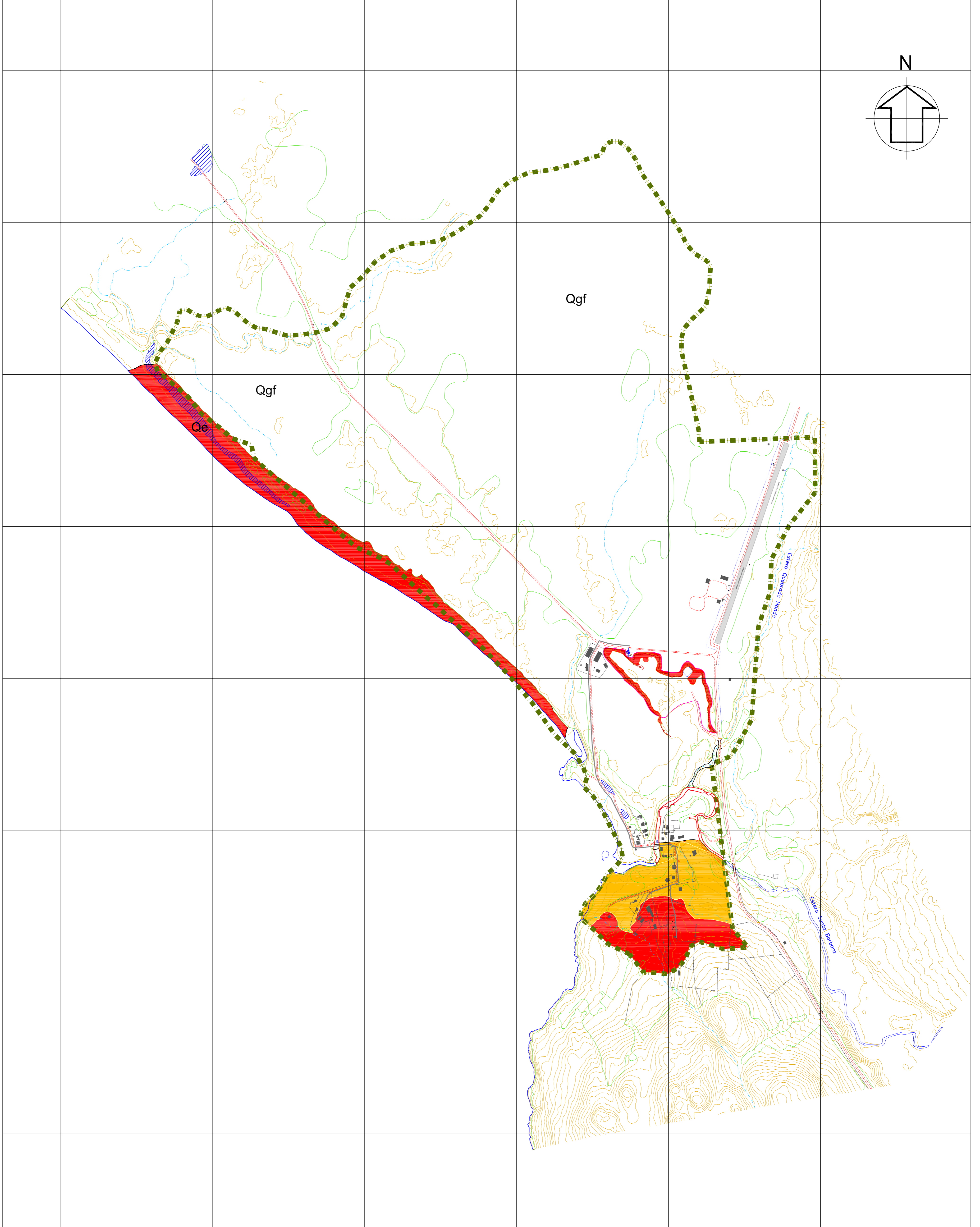
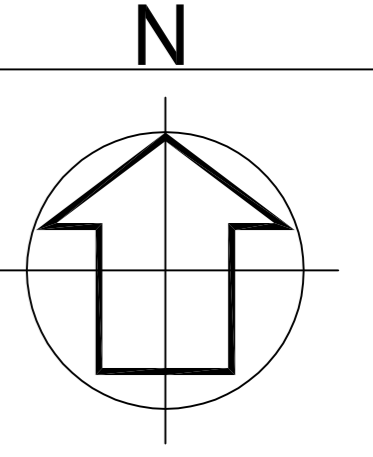
ENERO 2010



ESCALA 1:5.000

678.000 678.500 679.000 679.500 680.000 680.500

5.255.500
5.255.000
5.254.500
5.254.000
5.253.500
5.253.000
5.252.500
5.252.000



DATUM WGS 84, COORDENADAS UTM

Simbología		Leyenda Remocion en Masa	
	Curva de nivel		Zona de Alto Peligro
	Escarpe		Zona de Moderado Peligro
	Quebrada		Movimiento de tierra
	Acequia		Tendido eléctrica
	Poza		Bosque
	Río		Cerco
	Pozo de agua		Edificaciones
	Camino		Aeródromo
			Límite proyecto macroubanización



Título:
PELIGRO DE REMOCIÓN EN MASA

Figura : 4 ENERO 2010

100 m 0 100 200 300 m
ESCALA 1:5.000

8.3

INFORME DE OBRAS DE URBANIZACIÓN

Ivan Muñoz - Leoncio Muñoz

NUEVA CHAITÉN
LOCALIDAD DE SANTA BÁRBARA
PROVINCIA DE PALENA
REGIÓN DE LOS LAGOS

OBRAS DE URBANIZACIÓN

INFORME

Preparado por:

Iván Muñoz Solís
Ingeniero Civil U. de Chile

Leoncio Muñoz Riquelme
Ingeniero Civil U. de Chile

Original

Contenido:

Resumen

Informe

Anexos

RESUMEN

El presente Informe entrega una visión, a nivel de Ingeniería Conceptual, para la soluciones de Pavimentación, de Aguas Lluvias, de Alcantarillado y de Agua Potable, para la ciudad Nueva Chaitén. Junto con ello, una estimación de los costos de una primera etapa de Urbanización.

En Pavimentación y Aguas Lluvias, contempla:

- ✓ Limpiar el terreno
- ✓ Conformar con movimientos masivos de tierra, una topografía para solucionar la evacuación de las aguas lluvias y la de aguas servidas
- ✓ Esta conformación pretende un área central que recoja las aguas lluvias y las deje en la playa, con obras de mitigación
- ✓ Las calles se consideran con pavimentos definitivos de hormigón de cemento

En Agua Potable incluye:

- ✓ Agua obtenida desde pozo profundo
- ✓ Estanque semi enterrado en cerro vecino
- ✓ Desinfección por Cloración
- ✓ Impulsión y alimentadoras en cañerías de HDPE

En Alcantarillado incluye

- ✓ Red de colectores en cañerías de HDPE
- ✓ Plantas Elevadoras para evitar excesivas profundidades
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas de tipo compacta y modular

- ✓ Descarga en cursos de agua permanente.

Costos de Etapa 1

Los costos de las obras de Urbanización de primera etapa, que incluyen parte de las obras definitivas de la Ciudad en su proyección total, son de UF 420.476,841.

Santiago, Enero de 2010

IVÁN MUÑOZ SOLÍS
Ingeniero Civil U de Chile

LEONCIO MUÑOZ RIQUELME
Ingeniero Civil U de Chile

INFORME

NUEVA CHAITÉN
LOCALIDAD DE SANTA BÁRBARA
PROVINCIA DE PALENA
REGIÓN DE LOS LAGOS
OBRAS DE URBANIZACIÓN
INFORME

1. Generalidades

El presente Informe se refiere a la evaluación preliminar de las obras de urbanización para la nueva ubicación de la ciudad de Chaitén en la localidad de Santa Bárbara, Provincia de Palena.

Entre los antecedentes para los diseños preliminares de las obras se cuentan los siguientes:

- Plan Maestro Ciudad Chaitén, informe preliminar, diciembre 2009, realizado por la División de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Plan de Desarrollo de Chaitén, actualizado a Marzo de 2005 por ESSAL para ser presentado a la Superintendencia de Servicios Sanitarios
- Visita a terreno
- Reuniones de trabajo
- Informe de Pozo N° 1640 para captación de aguas subterráneas en Sector Santa Bárbara, Chaitén, realizado por Perfomaq para Intendencia Xª Región de Los Lagos.
- Información pluviométrica de la zona, proporcionada por el Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) de la Dirección General de Aguas.
- Información de precios unitarios provenientes de instituciones públicas (Serviu X Región de Los Lagos) y de nuestra propia base de datos para Puerto Montt y otras regiones.

2. Resumen de obras

AGUA POTABLE

Abastecimiento

Se considera el abastecimiento del agua mediante captación de agua subterránea, a través de pozo existente que es capaz de proporcionar 20 l/s. El agua obtenida de pozo resulta mucho más segura y de mejor calidad que una obtenida de fuente superficial, como era en la antigua Chaitén, que es menos segura, y presenta bastante color, por lo que se descarta. Si bien, como se verá más adelante, el pozo podría ser aparentemente suficiente, se deberá tener un segundo pozo por seguridad y posible aumento del consumo futuro.

Desde el sondaje, mediante bombas sumergidas de pozo profundo, deberá elevarse el caudal necesario, a través de la cañería de impulsión, hacia el estanque de regulación.

Regulación y desinfección

La regulación del consumo deberá hacerse en un estanque semi enterrado, de hormigón armado, cuya capacidad al final alcanzará a 400 m³. La alternativa de estanque elevado dentro de la ciudad, resultaría más frágil y costosa. El estanque semienterrado, donde existen elevaciones naturales donde fundarlo, es la solución más frecuente y segura, como puede constatarse en muchas localidades y, en particular, en la antigua Chaitén. Para evitar intervenir los bosques nativos maduros que cubren los cerros del entorno, se propone la ubicación en el sector de antenas, en el extremo sur poniente de la futura ciudad, donde ya existe acceso, y es posible alcanzar la altura necesaria para dar la presión adecuada a la red de agua potable, siendo el límite urbano ubicado al pie del cerro el determinante del nivel de fundación del estanque. En la llegada de la impulsión al estanque, se inyectará Hipoclorito para la desinfección de las aguas por cloración, de manera que el período de contacto se produzca en el interior del estanque.

Distribución

Se considera una red de distribución a través de las vías principales definidas en el macro loteo, red que deberá ser completada posteriormente en la etapa de loteo de los macro lotes para dar servicio a las viviendas.

ALCANTARILLADO

Recolección

La red de colectores descargará a una o dos plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS), con el objeto de evitar que los colectores alcancen grandes profundidades; esto dependerá fundamentalmente de la posibilidad de crear vertientes desde los extremos hacia un eje central paralelo al Parque de Absorción de Aguas Lluvias. La PEAS principal debería ubicarse en el entorno de dicho Parque, en su extremo poniente.

Tratamiento

Para la disposición final de las aguas, se considera su paso por una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) del tipo compacta, que permite obtener un efluente de agua clara que es posible descargar a cualquier curso natural de agua. La alternativa de un tratamiento preliminar y descarga a través de un emisario submarina es difícil de realizar, y, principalmente, ha sido desplazada por la solución aquí propuesta, por el gran desarrollo que han tenido las plantas compactas y los buenos resultados obtenidos mediante ellas. La PTAS se implementaría mediante módulos de 5 l/s aproximadamente, que irían entrando en servicio en la medida que la población vaya creciendo. La PTAS se ubicaría cercana a la costa, por el nor poniente de la ciudad. La descarga sería al cauce natural norte.

EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

La solución de aguas lluvias no debe alterar los cursos naturales de aguas que desembocan en el límite norte y en límite sur de la nueva ciudad.

Para ello debe crearse una zona protegida, con la vegetación existente, que encierre los dos cauces, impidiendo que la zona a urbanizar entre ambos vacíe sus aguas hacia ellos, lo cual podrá lograrse mediante el escarpe y la excavación necesaria para perfilar la superficie a urbanizar con vertientes hacia la zona de retención y absorción.

Por otra parte, en el borde de aguas arriba de la zona a urbanizar, deberá crearse un foso que intercepte las aguas y las descargue en forma repartida entre los dos cursos naturales.

Para conducir las aguas lluvias recogidas en las vías de la urbanización, se crearán canales abiertos en la mediana de aquellas calles que cuenten con ella,

para ese efecto y con colectores en los sectores que no se cuente con esa mediana.

La zona de retención y absorción de las aguas (que es cruzada por cuatro puentes, será la receptora de las aguas lluvias conducidas por los canales abiertos o colectores. Dado que el desagüe de esta zona será hacia la playa, por donde hoy salen quebradas (o cursos menores de agua), cobra gran importancia la necesidad de privilegiar la retención de aguas en las zonas deprimidas para regular los caudales a entregar en los puntos de descarga, atenuando el impacto de una descarga concentrada.

PAVIMENTOS

Para las obras de pavimentación, donde se definen las rasantes de calles y los escurrimientos superficiales. Esa definición es fundamental para lograr adecuados sistemas para la evacuación de las aguas lluvias y obtener redes de alcantarillado de aguas servidas con limitadas profundidades de instalación. En particular, el emplazamiento de la parte principal de la ciudad en una plataforma prácticamente horizontal, hace que esto cobre la mayor importancia. En el caso presente, se considera extraer la capa superior de suelo vegetal, de unos 0,80 m de espesor promedio, y luego mediante excavación y relleno compensado crear una superficie con vertiente, hacia el centro y hacia la costa, para lograr el desagüe de las aguas superficiales a través de un paso estrecho hacia la costa, sin intervenir el bosque del borde costero. La solución propuesta es mejor que la alternativa de reemplazo del material existente, mediante material proveniente de empréstito, que sería necesario para la solución que mantendría los niveles existentes, por lo que se descartó esta.

Se contempla la ejecución de pavimentos de hormigón de cemento vibrado para calzadas y pavimentos de hormigón de cemento para veredas, que podrá ser aplicado por el método corriente de compactación del hormigón, o por vibración, según lo determine el Serviu Regional.

3. Bases de cálculo

Para los diseños de las obras hidráulicas, las bases de cálculo fueron obtenidos, por una parte del Plan de Desarrollo de Chaitén y el Plan Maestro Ciudad Chaitén, para la parte sanitaria, y de la información pluviométrica de Chaitén para la parte de aguas lluvias.

AGUA POTABLE

Dotación de consumo 120 l/día/hab

Dotación de producción	170 l/día/hab	(30% de pérdidas estimadas)
Población total	5.000 hab + 5% pobl. flotante	= 5.250 hab
Pobl. Etapa 1	2.000 hab + 5% pobl. flotante	= 2.100 hab

Demandas totales (para 5.250 hab)

Volumen medio de producción:	$5250 \cdot 170 / 1000$	= 892,5 m ³ /día
Volumen máximo diario	$1,5 \cdot 892,5$	= 1.339 m ³ /día
Caudal medio diario Qmedio	$892,5 / 86,4$	= 10,33 l/s
Caudal máximo diario	$1,5 \cdot Q_{\text{medio}}$	= 15,49 l/s
Caudal máximo horario	$1,5 \cdot 1,5 \cdot Q_{\text{medio}}$	= 23,24 l/s

Demandas Etapa 1 (para 2.100 hab)

Volumen medio de producción:	$2100 \cdot 170 / 1000$	= 375 m ³ /día
Volumen máximo diario	$1,5 \cdot 375$	= 536 m ³ /día
Caudal medio diario Qmedio	$536 / 86,4$	= 4,13 l/s
Caudal máximo diario	$1,5 \cdot Q_{\text{medio}}$	= 6,20 l/s
Caudal máximo horario	$1,5 \cdot 1,5 \cdot Q_{\text{medio}}$	= 9,30 l/s

ALCANTARILLADO

Dotación de consumo	120 l/día/hab
Coefficiente de recuperación	0,9

Demandas totales (para 5.250 hab)

Volumen medio diario	$5250 \cdot 0,9 \cdot 120 / 1000$	= 567 m ³ /día
Volumen máximo diario	$1,5 \cdot 567$	= 850,5 m ³ /día
Caudal medio diario Qmedio	$850,5 / 86,4$	= 6,60 l/s
Caudal máximo diario	$1,5 \cdot Q_{\text{medio}}$	= 9,80 l/s
Caudal máximo horario (Harmon)	$3,23 \cdot Q_{\text{medio}}$	= 21,20 l/s

Demandas Etapa 1 (para 2.100 hab)

Volumen medio diario	$2100 \cdot 0,9 \cdot 120 / 1000$	= 226,8 m ³ /día
Volumen máximo diario	$1,5 \cdot 226,8$	= 340,2 m ³ /día
Caudal medio diario Qmedio	$226,8 / 86,4$	= 2,63 l/s
Caudal máximo diario	$1,5 \cdot Q_{\text{medio}}$	= 3,94 l/s
Caudal máximo horario (Harmon)	$3,57 \cdot Q_{\text{medio}}$	= 9,37 l/s

EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Precipitación máxima en 24 horas de duración, con un período de retorno
T = 10 años (datos años 1997 a 2008)

$$P(10,24h) = 142 \text{ mm}$$

Curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) para Chaitén

Usando las fórmulas y datos del Manual del Minvu: “Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos”: la fórmula de Bell y los coeficientes de duración y de frecuencia asimilados a los máximos estimados para la zona centro sur del país (Ancud, Puerto Cisnes, Puerto Aysén, etc.) para Chaitén, las curvas para períodos de retorno de 2, 10 y 100 años, con la intensidad en mm/hora y el tiempo de concentración en minutos, son las siguientes:

$$I(2,t) = 1157 \cdot (0,54 t^{0,25} - 0,5) / t \text{ [mm/hora]}$$

$$I(10,t) = 1781 \cdot (0,54 t^{0,25} - 0,5) / t \text{ [mm/hora]}$$

$$I(100,t) = 2564 \cdot (0,54 t^{0,25} - 0,5) / t \text{ [mm/hora]}$$

4. Dimensionamiento

AGUA POTABLE

Abastecimiento

El pozo N° 1640, ubicado en el sector del pozo de áridos, próximo al camino a Camahueto, es capaz de extraer un caudal de 20 l/s con una depresión de 19,90 m con respecto al nivel estático de la napa, el cual cubre totalmente la demanda total futura de 15,49 l/s de caudal máximo diario, con 18,6 horas diarias de bombeo.

El caudal de 20 l/s se impulsaría a través de una cañería, con las siguientes características

Material: HDPE PE100 PN10 C = 150 DN=200 mm Di= 176,2 mm Q = 20 l/s

$$J = 0,0033387 \quad L = 1.450 \text{ m} \quad JL = 4,84 \text{ m} \quad V = 0,82 \text{ m/s}$$

La altura geométrica de elevación sería desde el nivel dinámico de la napa, de +15 – 19,90 = –4,90 m hasta la cota de aguas máximas del estanque, de +62,50 + 4 = 66,50, o sea, 66,50 – (–4,90) = 71,40 m

A la altura geométrica deben agregarse las pérdidas de carga, por frotamiento y singulares. Estimando las últimas en un 10% de las primeras, la altura manométrica resulta de $71,40 + 1,1 \cdot 4,84 = 76,7$ mca

Regulación

De acuerdo a NCh 691, el volumen del estanque de regulación debe ser, como mínimo, igual a la cifra mayor resultante de la suma del 15% del volumen máximo diario como primer sumando y la reserva de incendio por dos horas o la reserva del consumo máximo diario, también por dos horas, como segundo sumando. Como esta última resulta menor que la anterior tanto para el total como para la primera etapa, se adopta como segundo sumando la reserva de incendio.

La reserva de incendio, para poblaciones de hasta 6.000 habitantes, corresponde al volumen correspondiente a dos horas de funcionamiento de un solo grifo de 16 l/s, resultando un volumen de 115,2 m³. sin embargo, en este caso, en que la población futura se estima en 5.250 habitantes, muy cercana a los 6.000, se considera aumentar la seguridad, considerando un volumen mayor, de casi 200 m³, correspondiente al 87% de la reserva de dos horas de dos grifos simultáneos de 16 l/s

Etapas 1 (para 2100 hab)

15% del volumen máximo diario	$0,15 \cdot 536$	= 80,4 m ³
2 horas de un grifo de 16 l/s		= 115,2 m ³

		195,6 -> 200 m ³

Total (para 5.250 hab)

15% del volumen máximo diario	$0,15 \cdot 1339$	= 200,8 m ³
87% de 2 horas de dos grifos simult. de 16 l/s		= 199,2 m ³

		400 m ³

Considerando que el límite urbano alcanza a una cota aproximada a 42,5 m, la cota de fondo del estanque deberá estar a la cota 62,5 para asegurar una presión estática mínima de 20 mca. Para un estanque de 400 m³ de volumen, sus dimensiones útiles aproximadas serían de diámetro de once metros y una altura de agua de cuatro metros, con lo que la cota de aguas máxima sería de 66,5 m.

Distribución

La red de distribución será de cañerías de HDPE PE 100 PN 10. A excepción del centro cívico, donde la vialidad y la distribución de espacios a construir están ya definidos, el presente estudio considera sólo los macro lotes, que serán subdivididos en loteos. Por lo tanto, la red de distribución incluirá sólo matrices principales en diámetro $D = 160$ mm, rodeando a dichos macro lotes. El centro cívico igualmente constará de cañerías principales en $D = 160$ mm rodeándolo, pero interiormente tendrá cañerías de 110 mm. La alimentadora principal de la ciudad partirá desde el estanque de regulación en $D = 200$ mm, paralela a la carretera, continuando por la calzada sur del camino Camahueto hasta cruzar el curso natural sur oriente. De allí continuara hacia el nor poniente, rodeando totalmente los macro lotes en matrices principales de $D = 160$ mm. Por el costado de la Ruta 7 continuará también en matrices principales de $D = 160$ mm, para dotar de agua potable al Recinto del Ejército y rodear el macro lote del extremo nor oriente.

ALCANTARILLADO

Recolección

Considerando que, al igual que en agua potable, la red servirá a macro lotes que posteriormente serán subdivididos en loteos, los colectores, que irán por las calles que rodean los macro lotes, serán en cañerías de $D = 200$ mm en los tramos iniciales e intermedios y de 250 mm en los tramos finales. Para la parte principal de la ciudad, a ambos lados del Parque de Absorción de Aguas Lluvias, mediante el movimiento general de tierras se crearán superficies con pendiente que bajará desde el nor oriente hacia la costa y desde el nor poniente y el sur oriente hacia el parque, permitiendo que la red de colectores no alcance profundidades excesivas y pueda confluir hacia una planta elevadora de aguas servidas principal, PEAS, ubicada en el sector inferior del Parque, desde la cual se impulsarán las aguas servidas hacia la Planta de Tratamiento (PTAS). Por su lejanía de la PEAS principal, se considera que el sector oriente de la ciudad, adyacente a la Ruta 7, requerirá de una PEAS secundaria adicional.

Tratamiento

Con el objeto de cumplir los requerimientos de diseño del efluente, que obedecen a los datos en la Tabla N° 1 del D.S.90/2000 MINSEGPRES. "Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de aguas fluviales sin capacidad de dilución", y la Norma Chilena de Riego NCH 1333, se

considera Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) que irá ubicada cercana a la costa, en el límite nor poniente de la ciudad

La PTAS corresponde a la tecnología de Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida, compuesta por una línea de proceso con posterior desinfección, y tratamiento de lodos en base a digestión, espesado y deshidratado de lodos.

EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Como se indicó en el resumen de obras, el eje central de la evacuación de las aguas lluvias será el parque de absorción de aguas lluvias, el cual, actuando como una obra de retención de las aguas, evitará o atenuará el impacto provocado por la descarga concentrada. Hacia el parque, las aguas serán conducidas por canales abiertos en la mediana, en el caso de la vía estructurante, el camino Camahueto, siendo recogidas desde las calzadas a través de aberturas de la solera adyacente a la mediana. Para las vías principales y secundarias, que no cuentan con mediana, las aguas serán recogidas mediante sumideros con descarga a colectores que las conducirán hasta el parque de absorción.

Considerando, como mínimo, colectores de diámetro $D = 400$ mm o superior, las cañerías serán de HDPE de diámetros 400, 450, 500, 630, 710 y 800 mm según la demanda de aguas lluvias según las áreas aportantes, y la intensidad de lluvias determinadas por la fórmula de Bell para Chile, con un período de retorno de 2 años.

El parque de absorción deberá disponer de suficiente volumen para producir una retención adecuada para evitar o atenuar el impacto de la descarga concentrada, por lo que deberá cercarse adecuadamente los sectores más profundos a fin de evitar accidentes por inmersión cuando el nivel de aguas esté en su máximo.

PAVIMENTACIÓN

Espesores de pavimento

Considerando las categorías de las vías definidas en el Plan Maestro, se determina a continuación la estructura de pavimentos rígidos, con calzada de hormigón de cemento vibrado sobre una base estabilizada, mediante el Método Simplificado de Dujisin–Rutllant, que se resume en la tabla siguiente:

Vía	Categoría	Tránsito (N18)	Espesores en cm	
		EE	Base Estab.	Losa hcv
Camahueto	Troncal	$1,5 \times 10^6$	15	18
Principales	Colectora	5×10^5	15	16
Residenciales	Servicio	$1,5 \times 10^5$	15	15
	Local	7×10^4	15	15

Para el cálculo se consideró para la subrasante, conservadoramente, un CBR = 20% que corresponde a un coeficiente de reacción de la subrasante $k = 7,26 \text{ kg/cm}^3$, ya que al extraerse la capa superior de suelo, se encuentra suelo granular, de alto poder de soporte.

Santiago, Enero de 2010

IVÁN MUÑOZ SOLÍS
Ingeniero Civil U de Chile

LEONCIO MUÑOZ RIQUELME
Ingeniero Civil U de Chile

ANEXOS

Presupuestos

Planos de obras

PRESUPUESTOS

Alcantarillado
Presupuesto estimativo

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS (UF)	
				UNITARIOS	TOTALES
A. <u>MOVIMIENTOS DE TIERRA</u>					
1	Excavación en zanja de 0 a 2 m de prof	m ³	7.370	0,113	832,810
2	Excavación en zanja de 2 a 4 m de prof	m ³	2.609	0,134	349,606
3	Relleno de zanjas	m ³	9.820	0,133	1.306,060
4	Retiro de excedentes de excavaciones	m ³	2.171	0,146	316,966
B. <u>COLECTORES</u>					
Tubos de polietileno de alta densidad HDPE PE 80 PN 6					
5	D = 200 mm	m	1.670	0,765	1.277,550
6	D = 250 mm	m	1.960	1,150	2.254,000
C. <u>OBRAS DE HORMIGON</u>					
Cámaras tipo "a" (Dcuerpo = 1,30 m) con tapa tipo calzada y satélite de refuerzo.					
7	Entre 1,70 y 3,50 m	Nº	32	35,000	1.120,000
D. <u>OBRAS ESPECIALES</u>					
8	Planta elevadora de aguas servudas	Nº	2	5.000,000	10.000,000
9	Planta de tratamiento de aguas servudas	Nº	1	12.000,000	12.000,000
				Total UF	<u><u>29.456,992</u></u>

Evacuación Aguas Lluvias
Presupuesto estimativo

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS (UF)	
				UNITARIOS	TOTALES
A. <u>MOVIMIENTOS DE TIERRA</u>					
1	Excavación en zanja de 0 a 2 m de prof.	m ³	3.540	0,235	831,900
2	Relleno de zanjas	m ³	3.185	0,186	592,410
3	Retiro de excedentes de excavaciones	m ³	1.099	0,450	494,550
B. <u>COLECTORES</u>					
Tubos de polietileno de alta densidad HDPE PE 80 PN 6					
4	D = 400 mm	m	290	2,530	733,700
5	D = 450 mm	m	150	3,200	480,000
6	D = 500 mm	m	280	3,954	1.107,120
7	D = 630 mm	m	410	6,254	2.564,140
8	D = 710 mm	m	80	7,967	637,360
9	D = 800 mm	m	160	10,099	1.615,840
C. <u>OBRAS DE HORMIGON</u>					
Cámaras tipo "a" con tapa tipo calzada y satélite de refuerzo.					
10	Dcuerpo = 1,30 m. Entre 1,70 y 2,10 m	Nº	11	32,800	360,800
11	Dcuerpo = 1,80 m. Entre 2,20 y 2,40 m	Nº	12	48,000	576,000
12	Sumideros grandes, tipo S2 con rejilla	Nº	45	36,000	1.620,000
				Total UF	<u><u>11.613,820</u></u>

Agua Potable
Presupuesto estimativo

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS (UF)	
				UNITARIOS	TOTALES
A. <u>MOVIMIENTOS DE TIERRA</u>					
	Excavación en zanja				
1	Excavación en zanja de 0 a 2 m de prof	m ³	11.403	0,235	2.679,705
2	Relleno de zanjas	m ³	11.176	0,186	2.078,736
3	Retiro de excedentes de excavaciones	m ³	2.531	0,146	369,526
B. <u>CAÑERÍAS Y PIEZAS</u>					
	Tubos de polietileno de alta densidad HDPE PE 100 PN 10				
4	D = 200 mm	m	3.030	0,765	2.317,950
5	D = 160 mm	m	4.880	1,150	5.612,000
6	D = 110 mm	m	1.470	1,150	1.690,500
7	Piezas especiales de fierro fundido	kg	810	0,640	518,400
8	Piezas especiales de HDPE	kg	70	1,500	105,000
9	Grifo B de columna D=100mm	N ^a	19	15,400	292,600
10	Válvulas D=100mm	N ^a	21	10,500	220,500
11	Válvulas D=150mm	N ^a	6	12,000	72,000
12	Válvulas D=200mm	N ^a	2	16,000	32,000
C. <u>OBRAS DE HORMIGON</u>					
13	Cámaras para válvulas	N ^o	29	25,000	725,000
14	Tapas para cámaras	N ^o	29	5,090	147,610
15	Machones	N ^o	50	1,500	
<u>OBRAS ESPECIALES</u>					
16	Habilitación de pozo	N ^o	1	4.400,000	4.400,000
17	Desinfección	N ^o	1	220,000	220,000
18	Estanque Semienterrado V=400m ³	N ^o	1	4.300,000	4.300,000
				Total UF	<u><u>25.781,527</u></u>

Pavimentación
Presupuesto estimativo

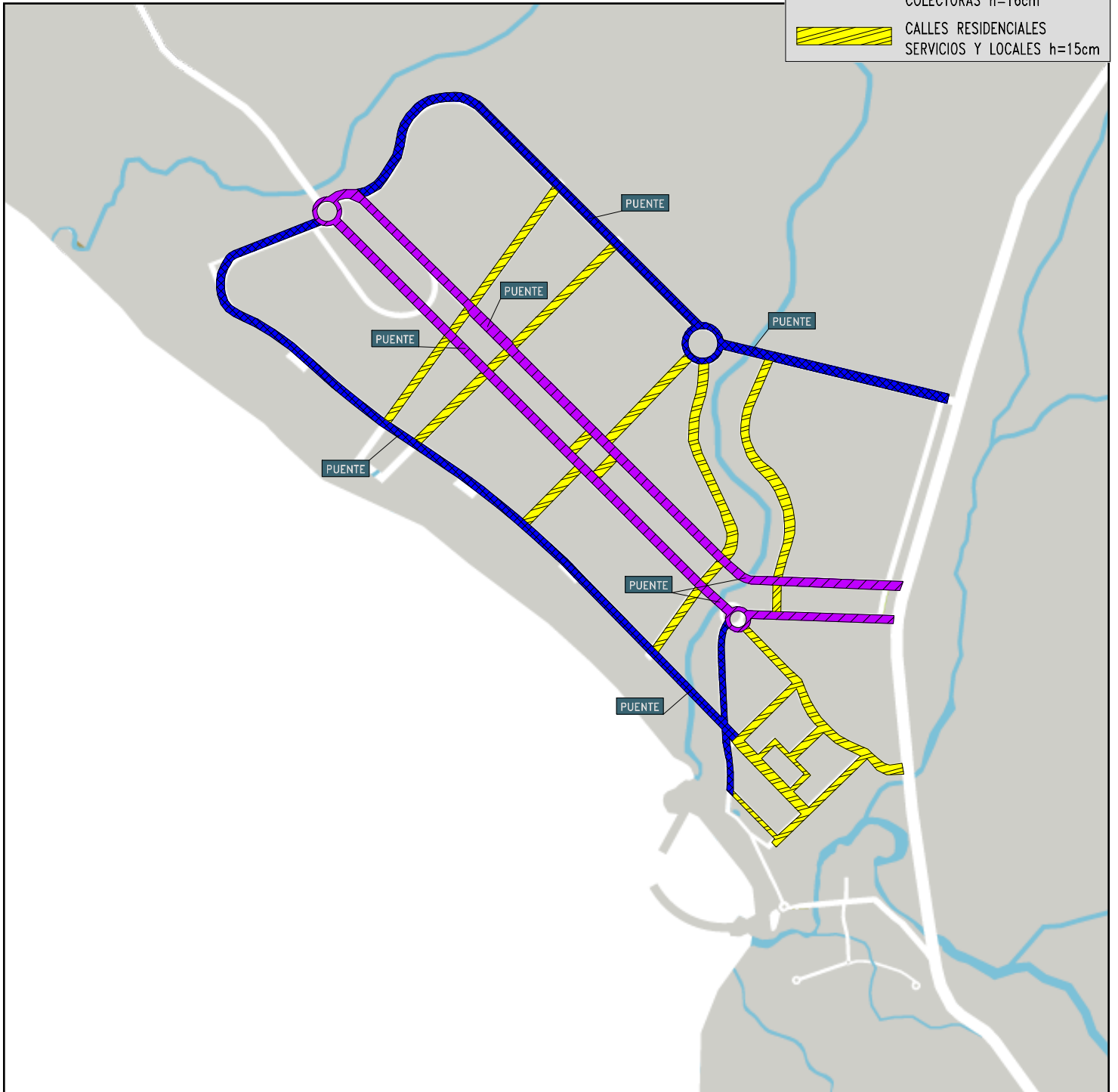
ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS (UF)	
				UNITARIOS	TOTALES
1	Escarpe	m ³	146.984	0,175	25.722,200
2	Excavación ey relleno compensado	m ³	183.730	0,630	115.749,900
3	Base para aceras e = 0,08 m	m ²	19.104	0,307	5.864,928
4	Base para calzadas hcv e = 0,15 m	m ²	44.282	0,325	14.391,650
5	Soleras tipo A	m	10.372	1,076	11.160,272
6	Losa hc h = 0,07 m para vereda	m ²	19.104	0,768	14.671,872
6	Losa hcv h = 0,18 m para calzada	m ²	7.700	1,930	14.861,000
7	Losa hcv h = 0,16 m para calzada	m ²	22.232	1,715	38.127,880
8	Losa hcv h = 0,15 m para calzada	m ²	14.350	1,608	23.074,800
9	Puentes (4)	m	60	1.500,000	90.000,000

Total UF 353.624,502

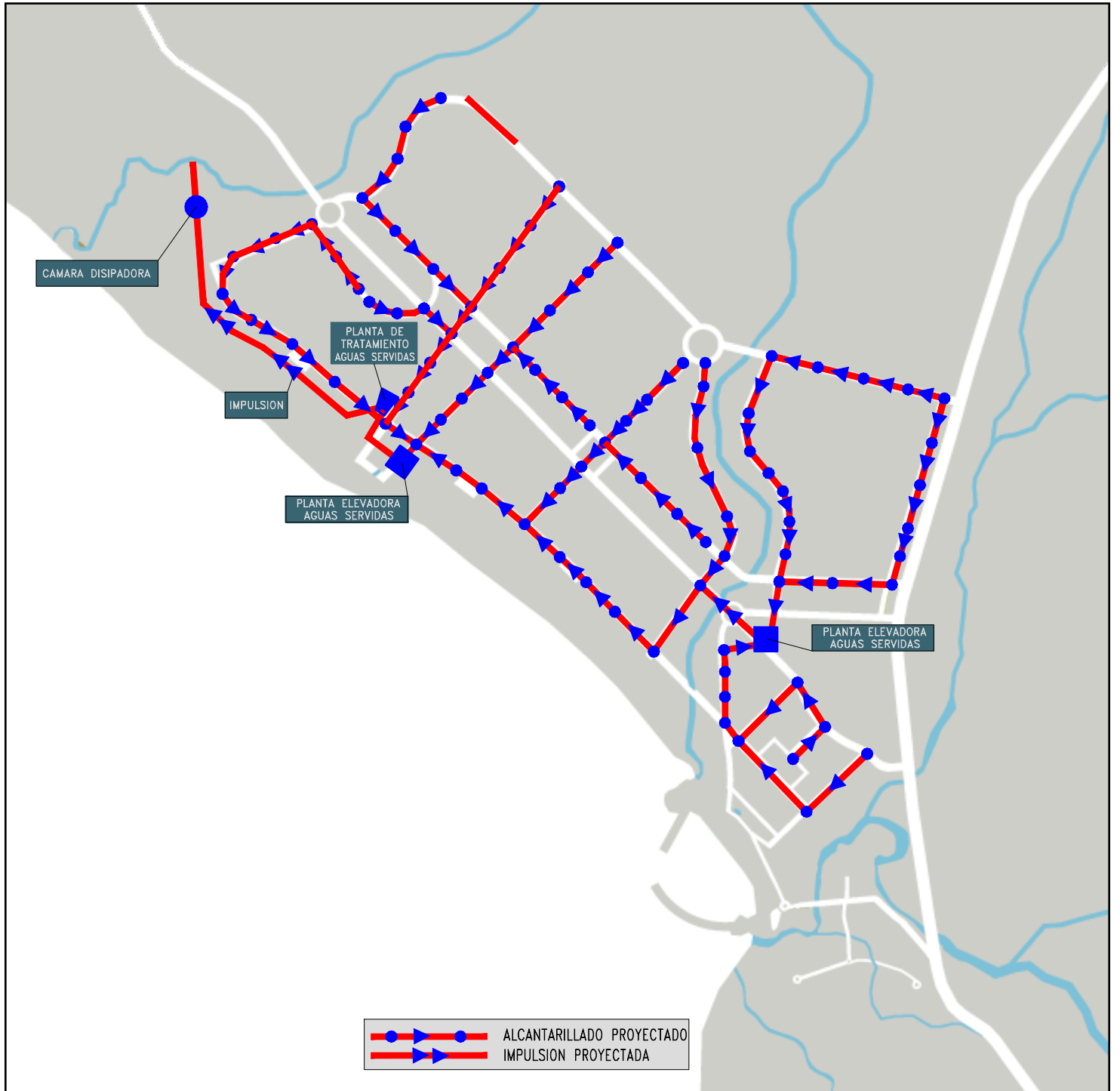
PLANOS DE OBRAS

PAVIMENTACION

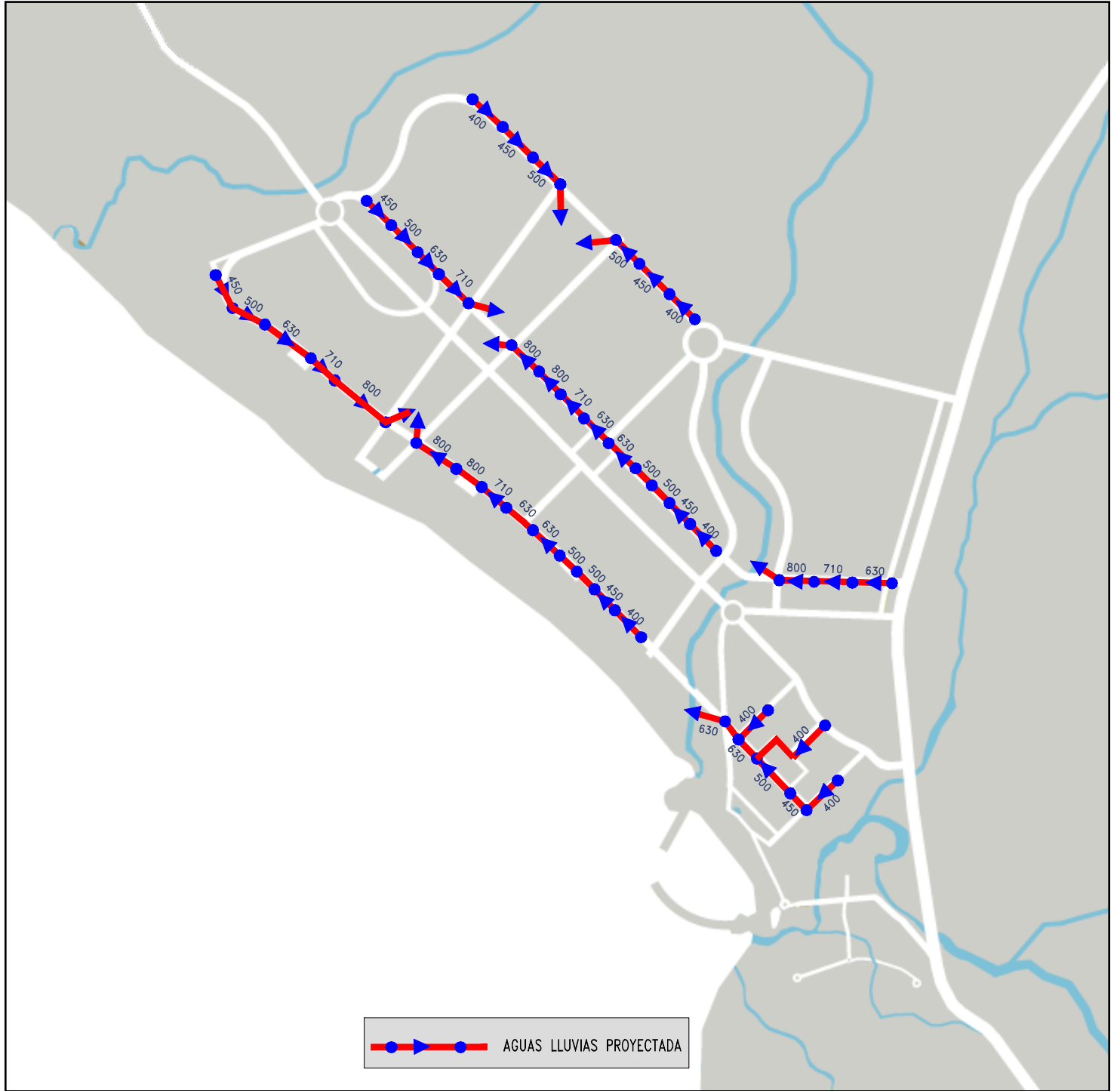
-  CAMAHUETO TRONCAL h=18cm
-  AVENIDAS PRINCIPALES COLECTORAS h=16cm
-  CALLES RESIDENCIALES SERVICIOS Y LOCALES h=15cm



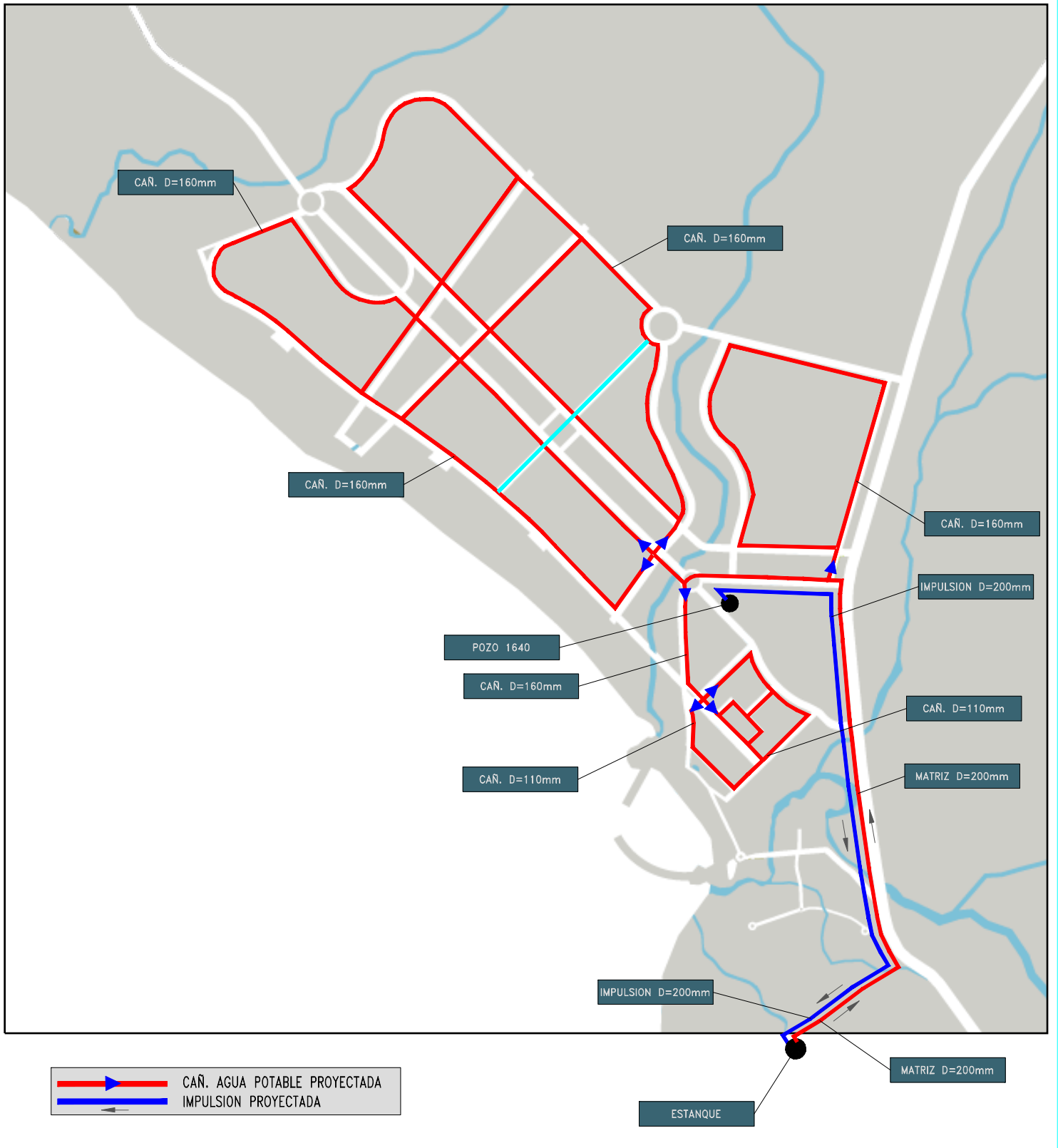
ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS



PROYECTO DE AGUAS LLUVIAS



AGUA POTABLE



8.4

METODOLOGÍA PARTICIPACIÓN CIUDADANA PLAN MAESTRO CHAITÉN

Intendencia Región De Los Lagos



GOBIERNO DE CHILE

Metodología de Participación Ciudadana Plan Maestro Chaitén

Proyecto Ciudad Chaitén

Año 2009



Claudio Pérez Barros
Sociólogo

INDICE

1. Presentación	3
2. Antecedentes Generales.....	4
3. Principios Orientadores del Proceso PPC	5
4. Objetivos	5
4.1. General	5
4.2. Específicos	6
5. Metodología Participativa Concepción Plan Maestro	6
5.1. Dimensiones/Ejes de Elaboración del Plan Maestro	7
5.2 Técnicas de Recolección/levantar Información.	10
5.2.1 Antecedentes Bibliográficos.	10
5.2.2 Reuniones Participativas Sector Público Provincia Palena.	10
5.2.3 Dinámica de Trabajo Grupal.	11
5.2.3.1 Con Familias Desplazadas	12
5.2.3.2 Con Actores Relevantes Provinciales y Comunales	13
Anexo 1: Guia de Ejercicio Trabajo grupal	14
Anexo 1: Cuadro Estimativo de Participantes y Grupos de Trabajo.....	17

1. PRESENTACIÓN

El desarrollo del plan maestro para la futura capital provincial de Palena, se enmarca en un proceso de planificación que se enfoca y acoge en un paradigma democrático, donde las acciones llevadas a cabo a través de una metodología de participación ciudadana (PPC), se implementan mediante un estilo basado en el diálogo y la convergencia entre los actores.

El objetivo de esta metodología, está orientado sobre la necesidad de concebir el camino hacia el desarrollo de la futura ciudad capital provincial, como un proceso ascendente de convergencia entre agentes sociales e institucionales que posibilite en una fase avanzada de su concreción, concebir visiones, estrategias y enfoques plasmados en instrumentos formales de planificación, pertinentes al nivel provincial y local-comunal, conducentes a producir mejores estándares de vida a la ciudadanía de Chaitén. Logrando incorporar al Plan Maestro, las necesidades y elementos endógenos propios del nivel territorial. En efecto, las herramientas e instrumentos aquí considerados, buscan por sobre todo, tomar en cuenta el parecer de los ciudadanos en la construcción de las decisiones respecto de la nueva ciudad.

El presente documento, presenta la metodología de participación ciudadana que orientará el trabajo a desarrollar en la construcción del Plan Maestro de la capital provincial de Palena: Proyecto Ciudad Chaitén. El cuál considera como aspecto fundamental, recoger la opinión de la comunidad desplazada de Chaitén y de todos aquellos actores relevantes provenientes del territorio vinculante a la ciudad capital provincial original, reconocidos tanto por el Gobierno Regional, Provincial y Local como protagonistas en el territorio.

En consecuencia, la metodología que se sugiere para cumplir con el objetivo general presupone combinar un conjunto de técnicas y herramientas cualitativas con la utilización de aplicaciones metodológicas participativas, que permitan levantar información desde los diversos actores que intervienen en el territorio provincial y la ciudad original y futura.

2. ANTECEDENTES GENERALES

La ciudad de Chaitén ha sido devastada por una de las tragedias naturales más importantes de nuestro país, con características particulares no vista antes; primero por el gran número de personas desplazadas debido al peligro constante y latente que implica un volcán en permanente erupción y, consecuentemente, por la relocalización de la capital provincial a 10 km. al sur de la ciudad original.

Desde los inicios de la emergencia, producto de la erupción del Volcán Chaitén, se ha llevado un proceso de apoyo y acompañamiento a las familias desplazadas estableciendo diversas instancias de mutua cooperación entre el Gobierno de Chile, la ciudadanía desplazada y el gobierno local (municipio). Todo aquello en la perspectiva de los principios “participativos” de los gobiernos de la concertación, que la presidenta Michelle Bachelet Jeria hizo propios y evidentes en el proceso de emergencia en Chaitén; en su naturaleza y proceso, única en la historia de Chile.

Dicho proceso, contiene un conjunto de actividades que se llevaron a cabo con el propósito de acompañar e informar de manera objetiva a la comunidad desplazada, respecto del proceso y contexto de la emergencia, entregando a las familias espacios donde plantearon inquietudes y aclararon dudas, particularmente en torno a la relocalización de la ciudad.

Recordemos que en enero del año 2009, como resultado del Estudio encargado a la Universidad Católica y Austral de Chile, la presidenta Michelle Bachelet toma la recomendación de relocalizar la capital provincial de Palena, y decide situarla a 10 km al sur de la ciudad original. La causa principal se debe a la condición eruptiva permanente del Volcán Chaitén, la cual implica que la zona presenta (i) un alto peligro de ser afectada por aluviones volcánicos, (ii) flujos y/u oleadas piroclásticas, (iii) explosiones laterales o el colapso del sector sur del domo antiguo con generación de avalanchas volcánicas. Originando por tanto, un permanente peligro y riesgo para la vida humana.

Para efecto de construcción/elaboración del Plan Maestro por medio de un proceso de participación ciudadana (PPC), los resultados de las diversas instancias que ha llevado a cabo el

Gobierno durante el proceso de la emergencia, se consideran como fuentes de información primaria de las diversas inquietudes y necesidades de la comunidad desplazada y afectada, respecto de la ciudad capital provincial original y futura.

3. PRINCIPIOS ORIENTADORES DEL PROCESO PPC

La relevancia de los aspectos a considerar, radica en desarrollar con opinión de la ciudadanía un plan Maestro Conceptual de la ciudad futura. Vale decir, que el Gobierno en conjunto con la ciudadanía, por medio de antecedentes existentes y espacios de diálogo y participación, puedan consensuar opiniones que establezcan las bases de una ciudad que conviva de modo sustentable con su entorno natural y territorial. Para ello se han establecido 3 principios orientadores de este proceso:

- (a) Reconocer aspectos identitarios de la ciudad de Chaitén.
- (b) Recoger la opinión, anhelos y expectativas sobre la nueva ciudad de la comunidad desplazada y afectada.
- (c) Establecer acuerdos sobre el carácter de la nueva ciudad.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Recoger desde la comunidad de la provincia de Palena, desplazada y afectada producto de la erupción del Volcán Chaitén, aspectos para ellos importantes a considerar en la concepción del Plan Maestro del Proyecto Ciudad Chaitén.

4.2. ESPECÍFICOS

Objetivo Específico 1: Identificar las características más relevantes para la comunidad desplazada y afectada por la erupción del Volcán Chaitén, acerca de la ciudad capital provincial de Palena (ciudad original).

Objetivo Específico 2: Identificar las características más relevantes para la comunidad desplazada y afectada por la erupción del Volcán Chaitén, acerca de la futura ciudad capital provincial de Palena (ciudad futura).

Objetivo Específico 3: Identificar los elementos integrantes para el desarrollo del “Plan Maestro” del Proyecto Ciudad Chaitén.

5. METODOLOGÍA PARTICIPATIVA CONCEPCIÓN PLAN MAESTRO

La metodología empleada esta compuesta por un conjunto de instrumentos que permitirán levantar mediante un proceso determinado y planificado, información relevante que permita construir primeramente un planteamiento general de dirección de la ciudad capital provincial futura, identificando una distribución primaria de macro zonas de usos del suelo, la vinculación entre ellas y con los usos de suelo existentes en el entorno inmediato. Se ha tomado en consideración que el sitio del proyecto está enclavado en un lugar o zona con ningún tipo o proceso de desarrollo relevante, con la presencia de dos trazados originales y fundamentales para la estructura básica/primaria de la ciudad: Ruta 7 y camino Camahueto; y un sector de casas de verano emplazadas en un lugar de belleza exuberante y de particular atractivo turístico.

La propuesta contenida en este documento, sostiene que el proyecto de planificación (Plan Maestro) se constituye en un proceso social que tiene varias condiciones y etapas, entre las cuales la participación formal ocupa un lugar específico y medular que contribuye a la obtención del resultado propuesto: Concepción del Plan Maestro; y donde la participación ciudadana interviene de manera decisiva en la conformación general de dirección de la nueva ciudad.

Fruto de lo anterior, la metodología que se sugiere para cumplir con el objetivo general y específicos, presupone combinar un conjunto de técnicas y herramientas cualitativas con la utilización de aplicaciones metodológicas participativas, que permitirán levantar información desde los diversos actores que intervienen en el territorio provincial y comunal. Entre las herramientas cualitativas a utilizar están: (i) búsqueda de antecedentes y revisión bibliográfica; (ii) reuniones participativas con actores relevantes; y (iii) dinámicas de trabajo grupal.

La búsqueda de antecedentes y la revisión bibliográfica, permite recoger y levantar información económica, social y productiva, entre otra información relevante de la ciudad provincial original, previo a la erupción del Volcán Chaitén. En una primera etapa, tanto la reunión participativa con actores provinciales del sector público y la dinámica de trabajo grupal con actores relevantes y familias desplazadas, nos permitirá por un lado (a) sistematizar y reconstruir información importante y característica de la ciudad provincial al período previo de la erupción del Volcán. Y por otro, (b) levantar información respecto de la idea, necesidades, distribución de la ciudad y características tanto generales como particulares requerida por los usuarios de la futura ciudad. Con la información así recopilada, se obtendrá desde la ciudadanía elementos fundamentales para la elaboración del Plan Maestro. Posteriormente, en una segunda etapa de reuniones participativas y trabajo grupal con actores claves, se consensuará el planteamiento definitivo del Plan Maestro.

El análisis y validación (consenso) de la información se realizará mediante el cruce (comparación) de las distintas fuentes de información recopilada ordenada y sistematizada.

5.1. DIMENSIONES/EJES DE ELABORACIÓN DEL PLAN MAESTRO

Para lograr recoger desde la comunidad desplazada y actores relevantes para la ciudad capital provincial de Palena, aspectos para ellos importantes a considerar en la concepción del Plan Maestro del Proyecto Ciudad Chaitén, se identifica/analiza un conjunto de dimensiones y categorías (o variables) que permitan dar respuesta al objetivo planteado.

Un aspecto prioritario para el diseño y aplicación de técnicas participativas, dice relación con el interés de obtener información que permita diferenciar entre las condiciones y características de la ciudad capital provincial previo a la erupción del volcán Chaitén, de las características deseadas de la futura ciudad. Para ello, y considerando lo antes expuesto, la concepción del Plan Maestro se desarrolla sobre tres ejes que orientan la búsqueda, debate y análisis de la información recogida a través de distintas acciones.

El siguiente Cuadro presenta un resumen de las diferentes dimensiones y variables que interesa abordar en este proceso de búsqueda de información, discusión y consulta para la elaboración del Plan Maestro. Como se indica con más detalle en el Cuadro a continuación, diferentes técnicas de recolección de datos serán útiles para diferentes dimensiones del análisis. A continuación del Cuadro, se explican brevemente las distintas dimensiones y variables por considerar.

Cuadro 1: Dimensiones de la Ciudad y Técnicas de Recolección de Datos

Dimensiones	Técnicas de Recolección de información
1.- Símbolos de la Ciudad (a) Espacios públicos (plaza -rol y tipo-, costanera, avenida chaitenina, etc.) (b) Equipamientos, definición de centro cívico (servicios, bancos, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión Bibliográfica - Reunión Serv. Púb. Provincial - Dinámica Trabajo Grupal
2.- Economía de la Ciudad (rol del puerto, tipos de actividad económica, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión Bibliográfica - Reunión Serv. Púb. Provincial - Dinámica Trabajo Grupal
3.- Carácter Habitacional (la forma de habitar, identidad de barrio, materialidad)	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión Bibliográfica - Reunión Serv. Pub. Provincial - Dinámica Trabajo Grupal

(1) Símbolos de la Ciudad

- Espacios públicos (plaza -rol y tipo-, costanera, avenida chaitenina, etc.)
- Equipamientos, definición de centro cívico (servicios, bancos, etc.)

(2) Economía de la Ciudad (rol del puerto, tipos de actividad económica, etc.)

(3) Carácter Habitacional (la forma de habitar, identidad de barrio, materialidad)

5.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN/LEVANTAR INFORMACIÓN.

A continuación se describe la utilización de instrumentos y aplicaciones metodológicas participativas, que permitirán levantar/obtener información desde los diversos actores que intervienen en el territorio provincial y comunal al que pertenece la ciudad original y futura.

5.2.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

Esta primera técnica, pretende obtener información ya existente sobre aspectos sociales, económicos, productivos e infraestructura, entre otros elementos de la ciudad de Chaitén en contexto previo a la erupción del volcán Chaitén.¹

Se revisarán antecedentes que posean los distintos servicios; Estudio PUC-UACH; documentos de resultados de trabajos realizados por la Delegación Presidencial para la emergencia de Chaitén; bases de datos existentes en las agencias estatales respecto de la ciudad de Chaitén, etc.

Esta información será complementada y contrarrestada con datos obtenidos con las demás técnicas y aplicaciones metodológicas participativas.

5.2.2 REUNIONES PARTICIPATIVAS SECTOR PÚBLICO PROVINCIA PALENA.

Las reuniones participativas se constituyen como instancias formales de conversación con los distintos servicios públicos de la Provincia de Palena, con el objetivo de integrar al Plan Maestro las ideas, opinión y necesidades de cada uno de los servicios presentes en la Provincia. Interesa particularmente, la experiencia del sector público provincial en la ciudad capital provincial original, como también las expectativas y lo que visualizan respecto de la ciudad futura.

¹ Sin perjuicio de obtener por medio de indagación bibliográfica información futura respecto de la nueva ciudad.

5.2.3 DINÁMICA DE TRABAJO GRUPAL².

La dinámica de trabajo en grupos, es una reunión con modalidad participativa bajo la dirección general de un moderador, mediante la cual se procura que un grupo de individuos no seleccionados y agrupados por afinidad entre los participantes, discuten desde la experiencia y anhelo personal de la ciudad original y futura, sobre dimensiones preestablecidas y consideradas bases para la elaboración del Plan Maestro.

Esta técnica se desarrolla con el planteamiento general del tema, con el cual se motiva a los participantes a hablar y trabajar en grupo discutiendo respecto de las dimensiones predefinidas. Cada grupo deberá elegir un representante para exponer el resultado del trabajo en un plenario final. La dinámica grupal de discusión se termina cuando los participantes han tocado todas las dimensiones/ejes señalados por el facilitador principal. La aplicación de esta técnica permitirá sistematizar construir información histórica y futura de la ciudad sobre aspectos relativos a las dimensiones predefinidas, lo que complementará los antecedentes obtenidos por la indagación bibliográfica.

Se realizará la “Dinámica de Trabajo Grupal” en las provincias de Palena, Chiloé y Llanquihue, donde los invitados serán (i) actores relevantes para la provincia de Palena y la comuna de Chaitén; y (ii) familias desplazadas de la Comuna de Chaitén. Cada Grupo de trabajo se compondrá de un mínimo de 6 y un máximo 10 participantes.

Para efectos de recopilar en forma consistente información relevante para la construcción del Plan Maestro, se trabajará con los grupos conformados una ‘Matriz de Características de mi Ciudad’ que resuma 7 características relevantes de la ciudad (original y futura) para cada una de las dimensiones previamente descritas y definidas. Ver Cuadro 2.

Cuadro 2: “Matriz de Características de mi Ciudad”

² La dinámica de trabajo grupal será adaptado en número de participantes por grupo según la cantidad de asistentes a la actividad.

Dimensiones	Ciudad Original	Ciudad Futura
1.- Símbolos de la Ciudad (c) Espacios públicos (plaza -rol y tipo-, costanera, avenida chaitenina, etc.) (d) Equipamientos, definición de centro cívico (servicios, bancos, etc.)		
2.- Economía de la Ciudad (rol del puerto, tipos de actividad económica, etc.)		
3.- Carácter Habitacional (la forma de habitar, identidad de barrio, materialidad)		

La dinámica de trabajo grupal consiste en tres únicos momentos: **(a)** Presentación de la Metodología de PPC **(b)** MINVU presenta la propuesta de Plan Maestro desarrollada sobre *dimensiones predefinidas* respecto de la (i) ciudad original, (ii) ciudad futura; **(c)** trabajo grupal que permitirá captar de la ciudadanía características³ sobre la ciudad original y los intereses y anhelos respecto de la ciudad futura. La discusión se establece sobre las dimensiones ya predefinidas. Mayor detalle metodológico ver Anexo 1, guía de ejercicio de trabajo grupal.

El trabajo grupal se realizará con las siguientes dos categorías de informantes:

5.2.3.1 CON FAMILIAS DESPLAZADAS⁴

(1) Futaleufú; (2) Palena; (3) Villa Santa Lucía; (4) La Junta; (5) Ancud-Quemchi; (6) Dalcahue-Achao; (7) Castro-Chonchi; (8) Quellón; (9) Puerto Montt -2 Jornadas-; (10) Osorno; (11) Valdivia.

³ Particulares y generales.

⁴ Ver Anexo 2, cuadro estimativo de participantes y grupos de trabajo por localidad.

5.2.3.2 CON ACTORES RELEVANTES PROVINCIALES Y COMUNALES

(1) Concejales; (2) Cámara de Comercio de Chaitén; (3) Cámara de Turismo Palena Emprende; (4) ANEF Provincial; (5) Sindicato de Pescadores Artesanales; (6) Grupos de Adultos Mayores; (7) Colegio de Profesores; (8) Dirigentes de Clubes Deportivos y Folkloricos; (9) Iglesias; (10) Chaitén por Siempre, (11) Agrupación de Hijos y Amigos de Chaitén.

ANEXO 1: GUIA DE EJERCICIO TRABAJO GRUPAL

La dinámica de trabajo en grupos, es una reunión con modalidad participativa bajo la dirección general de un moderador, mediante la cual se procura que un grupo de individuos no seleccionados y agrupados por afinidad entre los integrantes/participantes, discutan y elaboren, desde la experiencia personal, sobre dimensiones preestablecidas y consideradas bases para la elaboración del Plan Maestro

El trabajo grupal como aplicación metodológica participativa, tiene como finalidad levantar/obtener información desde los diversos actores que intervienen en el territorio provincial y comunal al que pertenece la ciudad original. Se fundamenta en un trabajo grupal, desde una perspectiva activa y participativa, generando un espacio de planteamiento, análisis y discusión crítica desde la experiencia entre los asistentes, referido principalmente a características generales y particulares de la ciudad capital provincial de Palena original y futura.

Objetivo

Generar un espacio de análisis e intercambio de experiencias, ideas, percepciones y anhelos entre los asistentes respecto de la ciudad original y la futura, con el objeto de recoger información a incorporar al Plan Maestro.

Pasos de la Actividad

La actividad de los talleres grupales tendrá un tiempo de duración de 02:40 hrs. y se llevará a cabo en tres módulos claramente diferenciados uno de otro, distribuidos como sigue:

1er Módulo: Presentación de la Metodología de PPC. Consiste en la explicación del proceso metodológico que permitirá la construcción/desarrollo del Plan Maestro del Proyecto Ciudad de Chaitén. Oportunidad en la que también se plantea de manera general el tema (construcción del Plan en base a dimensiones orientadoras), con el cual se motiva a los participantes a hablar y trabajar en grupo discutiendo respecto de las dimensiones predefinidas. Este será presentado por un integrante del equipo técnico constituido para tal efecto. Tiempo de duración: 15 minutos máximos.

2do Módulo: Presentación del MINVU de la primera aproximación al Plan Maestro. El MINVU presenta la propuesta de Plan Maestro desarrollada sobre información capturada desde la ciudadanía e información y estudios técnicos. Considerando en su búsqueda aspectos relevantes sobre las funciones de la ciudad, entre otras cosas consideradas en función de (i) ciudad original, y (ii) ciudad futura. Tiempo de duración: 45 minutos máximos.

3er Módulo: Trabajo grupal. La dinámica de trabajo grupal permitirá captar particularidades de la ciudadanía sobre la ciudad original y el interés y anhelos de los mismos, respecto de la ciudad futura. Cada grupo deberá elegir un representante para exponer el resultado del trabajo en un plenario. La dinámica grupal de discusión se termina cuando los participantes han tocado todas las dimensiones/ejes señalados por el facilitador principal. Los resultados del trabajo deberán plasmarlo en la “Matriz de Característica de mi ciudad” plasmada en un papel/cartulina. Los grupos de trabajos estarán compuestas de un mínimo de 6 y un máximo de 10 participantes.⁵ Tiempo de duración: 01:40 hora máximo. Distribuido como sigue:

- **05 minutos**, explicación trabajo grupal
- **05 minutos**, distribución de grupos y entrega de material.
- **15 minutos**, cada persona escribe 7 características (la más importante para cada uno) para cada una de las tres dimensiones sobre su ciudad original (7 minutos) y también de su ciudad futura (7 minutos);
- **45 minutos** de discusión grupal. Cada integrante del grupo al leer/exponer a los demás las 7 características más importante respecto de su ciudad original y futura, la dejará registrada en la “Matriz de Característica de mi ciudad” (pegará el papel con las 7 características en la cartulina dispuesta para la ciudad futura y la ciudad original);
- **10 minutos** para resumir/escribir en la matriz los acuerdos del grupo, vale decir, 7 características para cada una de las dimensiones;
- **25 minutos** (máximo). 02 minutos por grupo para leer/exponer en el plenario los acuerdos grupales sobre la ciudad futura. En los lugares que sobrepasen los 10 grupos (Ver Anexo

⁵ La dinámica de trabajo grupal será adaptado en número de participantes por grupo según la cantidad de asistentes a la actividad.

2), se hará un filtro de exposiciones en la medida que las exposiciones repitan información y no entreguen antecedentes nuevos y adicionales.

- **05 minutos** de cierre.

Dimensiones de Discusión: “Matriz de Características de mi Ciudad”

Dimensiones	Ciudad Original	Ciudad Futura
1.- Símbolos de la Ciudad (e) Espacios públicos (plaza -rol y tipo-, costanera, avenida chaitenina, etc.) (f) Equipamientos, definición de centro cívico (servicios, bancos, etc.)	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
2.- Economía de la Ciudad (rol del puerto, tipos de actividad económica, etc.)	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
3.- Carácter Habitacional (la forma de habitar, identidad de barrio, materialidad)	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.

ANEXO 1: CUADRO ESTIMATIVO DE PARTICIPANTES Y GRUPOS DE TRABAJO.**Número de Participantes y Grupos de Trabajo Estimados**

COMUNAS	Nº DE PARTICIPANTES	Nº DE GRUPOS estimado
Futaleufú	80	8
Palena	70	7
Villa Sta. Lucia	20	2
La junta	15	1
Ancud-Quemchi	44	5
Dalcahue	79	8
Achao	69	7
Castro	160	16
Chonchi	30	3
Quellón	42	4
Puerto Montt (Alerce)	200	20
Puerto Montt (Centro)	280	28
Osorno	25	2
Valdivia	25	2

Total Participantes	1139
Total Grupos de Trabajo	113

8.5

PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Oficina de Apoyo a Desplazados de erupción Volcán Chaitén



GOBIERNO DE CHILE

RESULTADOS DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

PROYECTO CIUDAD CHAITEN



RESUMEN

El desarrollo del plan maestro para la futura capital provincial de Palena, se enmarca en un proceso de participación ciudadana cuya planificación se enfoca y acoge en un paradigma democrático basado en el diálogo y la convergencia entre los actores.

El objetivo de esta metodología, ha estado concebida sobre la necesidad de iniciar el camino hacia el desarrollo de la futura ciudad capital provincial, como un proceso ascendente de convergencia entre agentes sociales e institucionales que posibiliten en una fase avanzada de su concreción, concebir visiones, estrategias y enfoques plasmados en instrumentos formales de planificación, pertinentes al nivel provincial y local-comunal, conducentes a producir mejores estándares de vida a la ciudadanía de Chaitén. Incorporando en el Plan Maestro de la nueva ciudad capital provincial, las necesidades y elementos endógenos propios del nivel territorial. Para ello, las herramientas e instrumentos utilizados han buscado por sobre todo, tomar en cuenta el parecer de los ciudadanos en la construcción de las decisiones respecto de la nueva ciudad.

El presente documento, presenta la tarea realizada al mes de noviembre del año 2009 del proceso participación ciudadana, orientado a desarrollar la construcción del Plan Maestro de la nueva capital provincial de Palena. Para lo cual, se realizaron 14 reuniones con las familias desplazadas en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén, reuniendo un total de 460 personas. De igual modo, a la fecha se han realizado reuniones-talleres con actores relevantes de la localidad como son los empresarios, concejales y municipio de Chaitén, entre otros.

Finalmente, la metodología utilizada para cumplir con el objetivo general implicó la combinación de un conjunto de técnicas y herramientas cualitativas, con la utilización de aplicaciones metodológicas participativas, que permitan levantar información desde los diversos actores que intervienen en el territorio provincial y regional.

PRINCIPIOS ORIENTADORES DEL PROCESO PPC

La relevancia de los aspectos considerados, radica en desarrollar con opinión de la ciudadanía un plan Maestro Conceptual de la futura ciudad capital provincial. Vale decir, que el Gobierno en conjunto con la ciudadanía, por medio de antecedentes existentes y espacios de diálogo y participación, lograr consensuar opiniones e ideas que permitan establecer las bases de una ciudad que conviva de modo sustentable con su entorno natural y territorial. Para ello se establecieron 3 principios orientadores para el proceso llevado a cabo:

- (a) Reconocer aspectos identitarios de la ciudad de Chaitén.
- (b) Recoger la opinión, anhelos y expectativas sobre la nueva ciudad de la comunidad desplazada y afectada.
- (c) Establecer acuerdos sobre el carácter de la nueva ciudad.

OBJETIVO GENERAL

Recoger desde la comunidad de la provincia de Palena, desplazada y afectada producto de la erupción del Volcán Chaitén, aspectos para ellos importantes a considerar en la concepción del Plan Maestro del Proyecto Ciudad Chaitén.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Este proceso ha permitido detectar los ejes de interés de la comunidad afectada respecto de la nueva ciudad capital provincial, los cuales se han adoptado como información relevante para el desarrollo del plan maestro con el propósito de preservar los atributos que la población valora.

El trabajo desarrollado con las familias, consistió en reuniones grupales en las cuales participado Familias de Chaitén desplazadas en las ciudades de Valdivia, Osorno, Puerto Montt, Ancud, Castro, Dalcahue, Chonchi, Achao, Quellón, Futaleufú, Palena, la Junta y Villa Santa Lucía. De igual forma, se han realizado reuniones con dirigentes de organizaciones validadas por la comunidad desplazada. Entre ellos; Cámara de Comercio; Cámara de Turismo; Asociación de Ganaderos; Patagonia Verde;

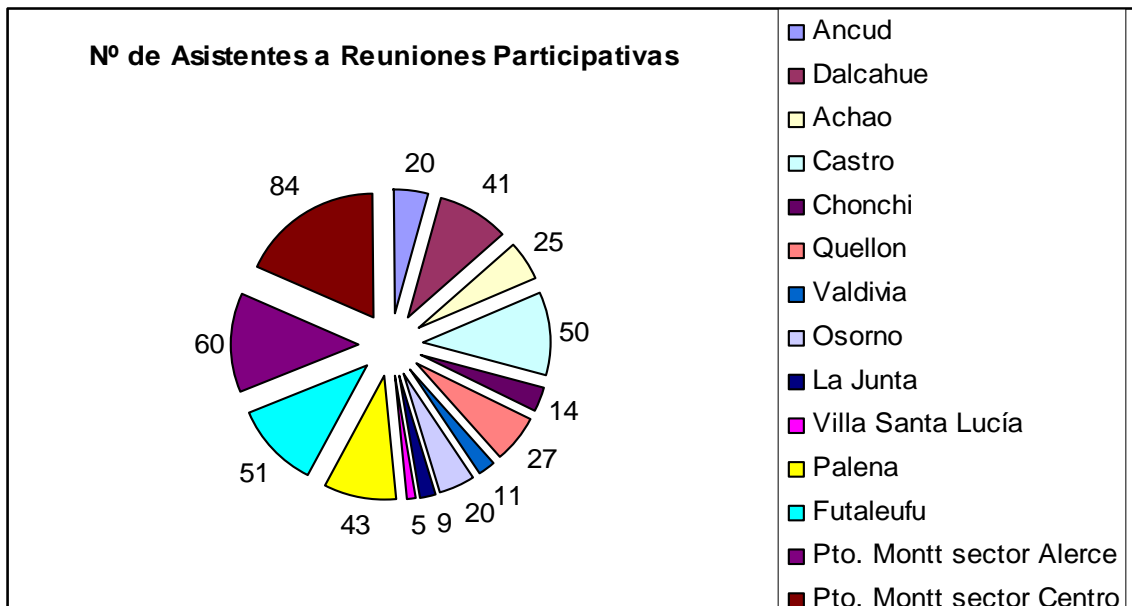
Funcionarios Municipales; Funcionarios Públicos Provinciales; Dirigentes de Desplazados; Sindicato de Pescadores.

Las reuniones a las cuales se convocó, se conformada por tres módulos únicos; el primero consistía en una reseña y explicación de la metodología implementada; el segundo, consistió en la presentación del proceso de elaboración y construcción del plan maestro; el tercer y último módulo, fue la realización de un taller de discusión respecto de tres ejes fundamentales: símbolos de la ciudad; economía de la ciudad; carácter de los barrios.

Es preciso señalar que el proceso implicaba realizar invitación a las familias a través de sus respectivos dirigentes en los lugares de desplazamiento y llamado telefónico a cada una de las familias. No se logró contactar a la totalidad de familias ya sea porque el número telefónico no funcionaba o porque no constataron los reiterados llamados.

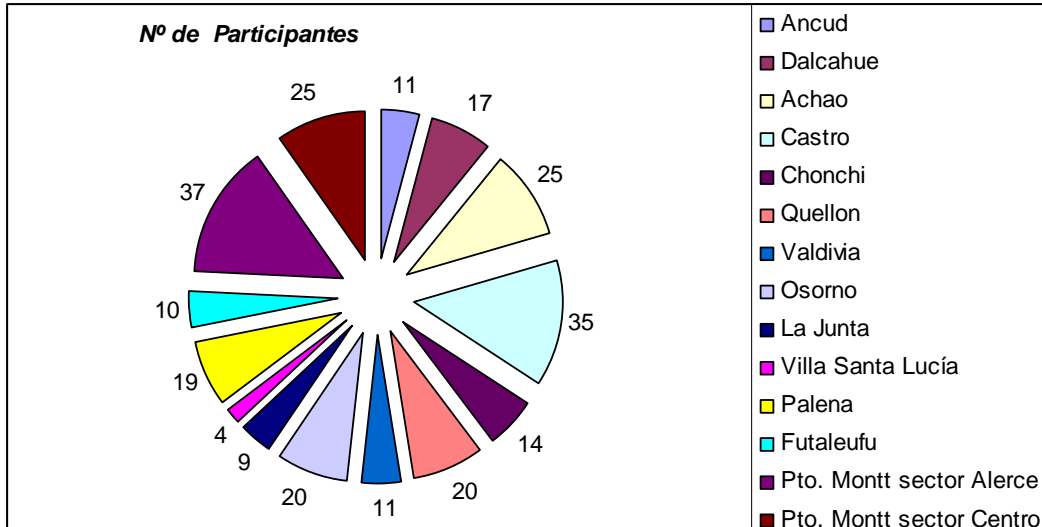
CARACTERIZACIÓN DE LOS PARTICIPANTES

Gráfico N° 1: Número de Asistentes por Comuna en Reuniones Participativas.



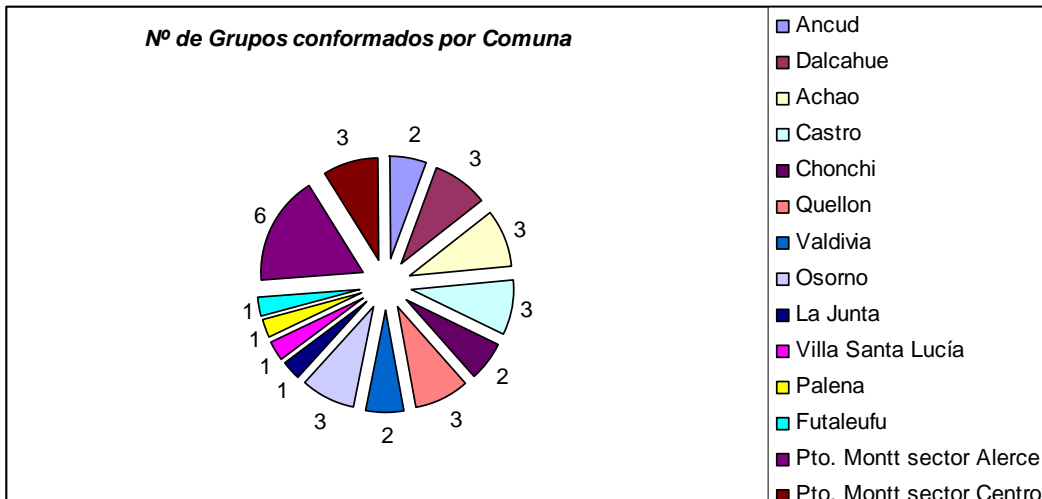
En total asistieron un total de 460 personas a las reuniones de participación.

Gráfico N° 3: Número Participantes por Comuna en Talleres Grupales.



En los talleres de trabajo grupal, participaron un total de 257 personas. Vale decir, el 56% de quienes asistieron a las reuniones participativas manifestaron su interés en desarrollar el trabajo en grupos.

Gráfico N° 3: Número Total de Grupos.



Se conformaron un total de 34 grupos.

ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

El propósito del análisis de los datos se ha determinado por la necesidad de recoger la opinión de la comunidad desplazada de Chaitén y de todos aquellos actores relevantes provenientes del territorio vinculante a la ciudad capital provincial original, reconocidos tanto por el Gobierno Regional, Provincial y Local, como protagonistas en el territorio.

El análisis de contenido efectuado es una técnica de investigación que permite, a partir de ciertos datos, analizar procesos de comunicación y se da a través de diferentes etapas como indexación de respuestas, inventario de enunciados, clasificación en categorías, elaboración de mapas conceptuales y finalmente conclusiones.

Por lo cual el proceso de recolección de información y por lo tanto la codificación de esta, se realizó a través del trabajo grupal centrado en las 3 dimensiones orientadoras señaladas anteriormente.

ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se presentan el análisis de los resultados obtenidos durante este proceso señalados por actores relevantes durante el proceso de participación ciudadana:

ESQUEMA LÓGICO SEMÁNTICO GRUPAL

MEGACATEGORÍA 1: URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN

<p>Megacategoría 1: Urbanismo y Construcción (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m3 - pt.m4- pt.m5 - pt.m6 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que1 – que2 – que3-futa-la Junta-Pale- Villa)</p>	<p>F 34</p>
<p>Categoría 1: Equipamiento. (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m4- pt.m6 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que1 – que2 – que3-futa-la Junta-Pale- Villa)</p>	<p>31</p>
<p>Subcategoría 1.1: Relación con los espacios públicos. (val1 - val2 - osor1 - pt.m2 - pt.m7- dal2 - que1)</p>	<p>07</p>
<p>“...integración de equipamiento y espacios públicos”. (val 2) “...incorporando espacios típicos de la zona”. (pt.m 7) “... ciudad integrada al entorno”.(val 1) “... espacios públicos con integración de naturaleza”.(val 2) “... lugares de encuentro” (val 2), “Espacios públicos tipo refugios”. (osor 1) “... Con espacios públicos adecuados a las condiciones climáticas”.(pt.m 2) “calidad en la implementación de los espacios públicos”(dal 2) “Espacios públicos para recreación”. (que 1)</p>	
<p>Subcategoría 1.2: Centro Cívico y Servicios Públicos. (val1 -pt.m2 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - cas2- dal1- anc2 – cho1 – cho2 - Junta-Villa)</p>	<p>13</p>
<p>“...mantener centro cívico frente a la plaza” (val 1) “servicios públicos concentrados” (pt.m 7) “servicios públicos en un mismo lugar, con las mismas características de Chaitén”(pt.m 8) “Concentración de servicios públicos”(pt.m 9) “instituciones públicas con edificios, todos en torno a la plaza”(ach 1) “que todas las oficinas públicas estén en un solo lugar”(ach 2) “edificios públicos, todos concentrados en el centro”(cas 2) “Edificios públicos en torno a la plaza”(dal 1) “edificios Públicos atractivos”(anc 2) “edificios Públicos juntos, alrededor de la plaza...”(cho 1) “servicios públicos amplios” (cho 2) “centro cívico con los servicios públicos cercanos y necesarios”(la junta) “edificios Públicos completos”(villa)</p>	
<p>Subcategoría 1.3: Iluminación, calidad y forma. (val1 - pt.m1 -pt.m4- pt.m6 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach3 -cas3 - cho2 – que1 – que2 – futa-la Junta-Pale)</p>	<p>15</p>
<p>“... Cableado Subterráneo”. (val 1). “... Buena iluminación”. (pt.m1) “... Cableado eléctrico subterráneo”.(pt.m 4) “... Alumbrado público”. (pt.m 6) “Cableado subterráneo”.(pt.m 7) “Iluminación eficaz en calles y avenidas”(pt.m 8) “...cableado subterráneo”(pt.m 9) “... iluminación subterránea y buena”(ach 3) “alumbrado público subterráneo”(cas 3)</p>	

<p>“Cableado subterráneo”.(que 1) “Calles bien iluminadas” (que 2) “...Ciudad bien iluminada”(cho 2) “alumbrado con Cableado subterráneo”.(futa) “iluminación en todas las calles”(la junta) “cableado subterráneo”(pale)</p>	
<p>Subcategoría 1.4: Mercado, ubicación, forma e implementación. (osor2 - osor3 -pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - dal1 -cho1 – que2- Villa)</p>	11
<p>“Mercado con cocinería”. (osor 2) “Mercado público cerca de la costanera”(osor 3) “un mercado con artesanías, cocinerías”(pt.m 8) “un mercado donde vender artesanías”(ptm.9) “un mercado donde vender conservas y mermeladas”(ach 1) “mercado con cocinería”(ach 2) “Mercado”(ach 3) “Mercado con cocinerías”(dal 1) “ Mercado para vender mariscos y pescados”(que 2) “ Mercado para la venta de artesanía, lanas, mariscos, cocinerías”(cho 1) “mercado y puestos”(villa)</p>	
<p>Subcategoría 1.5: Espacios Deportivos. (osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 -pt.m8 -ach1 - ach2 - ach3 - dal1 -dal3 - anc1 - cho1 – cho2 – que1 – que2 – que3- futa)</p>	17
<p>“Estadio y gimnasio”.(osor 2) “ un estadio” (osor 3) “...gimnasio”,(pt.m 2) “Estadio –gimnasio”. (pt.m 1) “Áreas deportivas” (pt.m8) “estadio y multicanchas”(ach 1) “Gimnasios y canchas”(ach 2) “...quinchos y media luna”(ach 3) “presencia de lugares deportivos: canchas, gimnasio”(dal 1) “estadio sintético con gimnasio”(dal 3) “ Estadio”(anc 1) “ Buen Estadio”(que 1) “Estadio Bueno ”(que 2) “Gimnasio y estadio ”(que 3) “ Un gimnasio municipal y un estadio”(cho 1) “Espacios para el deporte del barrio”(cho 2) “...complejo deportivo”(futa)</p>	
<p>Categoría 2: Características de Barrios.(val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m5 - pt.m6- pt.m9 -ach1 - ach3 - cas2- dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que2 – que3-futa-la Junta)</p>	22
<p>Subcategoría 2.1: Distancia y cercanía con Servicios Públicos (osor 2- dal 2)</p>	02
<p>“ ... Barrios cerca de servicios... públicos...Barrios turístico”. (osor 2) “cercanía de los servicios públicos”(dal 2)</p>	
<p>Subcategoría 2.2: Identidad de barrio. (val2 - osor1 - osor3 - pt.m6 - pt.m9 -ach1 -cas1 - cas2-dal1 - dal3 - anc2 –que2 – que3-futa-la Junta)</p>	15
<p>“Barrios no tan marcados socialmente” (osor1) “Barrios urbanizados” (osor 3) “...amigables con el entorno” .(val 2) “...Calles adornadas con arbustos”. (pt.m 6) “mis mismo vecinos”(pt.m 9) “barrios tranquilos”(ach 1) “Barrios limpios y seguros”(cas 1) “barrios con plazas para juegos”(cas 2) “Plazoletas de barrios con juegos”(dal 1) “avenidas con vegetación”(dal 3) “Barrios con identidad”(anc 2) “buenos vecinos” (que 2) “Barrios con vecinos conocidos, seguros”(que 3)</p>	

<p>"Plazoletas por barrios"(futa) "plaza en barrios, juegos"(la junta)</p>	
<p>Subcategoría 2.3: Organización Comunitaria (pt.m5 - pt.m6- ach3 -dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – futa-la Junta)</p>	12
<p>"...lugares donde juntarse...". (pt.m 6) "con existencia de sedes sociales"(ach 3) "...vida en comunidad. (pt.m 5) "con sedes sociales"(dal 1) "...organización social, barrios bien organizados"(dal 2) "Organización social, sedes sociales"(dal 3) "Barrios con sedes sociales"(anc 1) "Organización de barrios a pequeña escala"(anc 2) "Sedes sociales"(cho 1) "Barrios con fogones comunitarios" (cho 1) "Sedes comunitaria con quincho techado"(cho 2) "sede social por barrios, equipada para convivencias"(futa) "valorizar y darles orden a las organizaciones"(la junta)</p>	
<p>Categoría 3: Características de viviendas. (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m3 - pt.m4- pt.m5 - pt.m6 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que1 – que2 – que3-futa-la Junta-Pale- Villa)</p>	34
<p>Subcategoría 3.1: Modelo de Viviendas. (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m4- pt.m5 - pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - cho1 – cho2 – que1 – que2 -futa-la Junta- Villa)</p>	24
<p>"casas individuales y que sean diferentes". Val 1) "casas adaptadas a la zona...". (val 2) "casas separadas". (osor 2) "...casas aisladas no pareadas". (pt.m 4) "...casas individuales...modelo de casas diferentes". (pt.m5) "viviendas individuales..."(pt.m 8) "casas individuales"(pt.m 9) "...casas individuales" (ach 1) "Casas individuales..."(ach 2) "casas individuales" (ach 3) "casas individuales..."(cas 1) "casas individuales..."(cas 2) "casas individuales"(cas 3) "Casas individuales..."(dal 1) "Casas... independientes"(dal 2) "casas individuales"(dal 3) "casas auto-construidas con diseños originales"(anc 1) "Casas individuales" (que 1) "...separadas" (que 2) "Casas individuales" (cho 1) "Casas individuales..." (cho 2) Casas individuales, de buena calidad..." (futa) "Casas individuales..." (la junta) "...aisladas"(futa) "Casas individuales no pareadas..."(villa)</p>	
<p>Subcategoría 3.2: Tamaño de Viviendas (osor2 - osor3 - pt.m1 -ach1 - ach2 - cas1 - dal2 - dal3 - anc1 -que2 – que3-futa)</p>	12
<p>"Grandes...casas". (osor 2) "casas de 80mtr". (osor 3) "...casas grandes". (pt.m 1) "casas amplias..."(ach 1) "...de uno o dos pisos"(ach 2) "amplias"(cas 1) "Casas grandes ..." (dal 2) "Casas grandes ..." (dal 3) "casas...amplias"(anc 1)</p>	

<p>"Casas grandes ..." (que 2) "Casas grandes ..." (que 3) "...de a lo menos 3 dormitorios" (futa)</p>	
<p>Subcategoría 3.3: Entorno de las viviendas. (val2 - osor3 -pt.m2 - pt.m8 - cas2- dal1 - la Junta-Pale)</p>	08
<p>"con espacios verdes entremedio". (val 2) "...tener jardín..." (osor 3) "Con Áreas verdes". (pt.m 2) "cercos de madera". (osor 3) "...Con ante jardín" (pt.m 8) "... con antejardín" (cas 2) "...con mucha área verde" (dal 1) "areas verdes con flores" (la junta) " antejardines" (pale)</p>	
<p>Subcategoría 3.4: Materiales de construcción para viviendas. (val1 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m3 - pt.m4- pt.m6 - pt.m7- pt.m8 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que2 – que3-futa-la Junta-Pale- Villa)</p>	30
<p>"...que las casas sean madera". (val 1) "...de madera". (osor 1) "Casas de madera". (osor 2) "...casas con termo panel". (osor 3) " Materiales de construcción de la zona". (pt.m 1) "Construcciones en madera nativa". (pt.m 2) " Casas de madera, alerce". (pt.m 3) "casas de madera". (pt.m 4) "...casas de madera". (pt.m 6) " Construcciones de madera acorde a la zona..." (pt.m 7) "Viviendas de madera" (pt.m 8) "casas de madera" (ach.1) " Madera para las casas por dentro y zinc por fuera" (ach 2) "construcciones de madera y zinc, firmes" (ach 3) "bien construidas con materiales de la zona, techos de zinc" (cas 1) " Casas de madera nativa" (cas 2) "materiales de construcción de acuerdo al rigor del clima, ojala de madera" (cas 3) "construcciones de madera" (dal 1) " Casas de Madera" (dal 2) " Casas con madera nativa" (dal 3) "Construcciones de madera" (anc 1) " Materiales eficientes en términos energéticos" (anc 2) " Casas de Madera y zinc" (que 2) " Casas... de Madera " (que 3) " Casas de lata pintada o Madera de la zona" (cho 1) " Casas bien aisladas" (cho 2) "...de madera, mañío" (futa) "...de madera y buen aislamiento" (la junta) "casas de madera..." (pale) "casas de madera..." (villa)</p>	
<p>Categoría 4: Características de los sitios (osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1- pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - cas2-cas3 - dal2 - dal3 - anc1 -cho2 – la Junta-Pale- Villa)</p>	18
<p>Subcategoría 4.1: Tamaño. (osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1- pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - cas2-cas3 - dal2 - dal3 - anc1 -cho2 – la Junta-Pale- Villa)</p>	18
<p>"...sitios grandes". (osor 1.) "...sitios amplios". (osor 2.) "...sitios amplios que permitan tener invernaderos, aves, leña". (osor 3) "...sitios muy grandes" (pt.m 1) "... Sitios amplios" (pt.m 7) "... Sitios amplios" (pt.m8) "...sitios grandes" (pt.m 9)</p>	

<i>"...con sitios grandes para hacer mas casas"(ach 1)</i> <i>"sitios amplios"(cas 2)</i> <i>"Sitios amplios"(cas 3)</i> <i>"sitios Grandes"(dal 2)</i> <i>"Sitios amplios"(dal 3)</i> <i>" terrenos amplios"(anc 1)</i> <i>" terrenos amplios"(que 1)</i> <i>"... terrenos amplios"(cho 2)</i> <i>"sitios amplios". (la junta.)</i> <i>"buenos sitios"(pale)</i> <i>"sitios amplios". (villa.)</i>	
Categoría 5: Construcción de edificios. (val1 - val2 - pt.m3- cas1-dal1-ch1)	06
<i>"Que no se construyan edificios altos". (val 1)</i> <i>"...edificios atractivos" (val 2)</i> <i>"...sin edificios" (pt.m 3)</i> <i>"Edificios altos como mall"(cas 1)</i> <i>"Edificios...hasta 4 pisos"(dal 1)</i> <i>" Construcción de edificios máximo 2 pisos"(cho 1)</i> <i>"Edificios hasta 3 pisos"(dal 1)</i>	
Categoría 6: Normativa. (val1-pt.m7)	02
<i>"Normar materiales de construcción" (val 1.)</i> <i>"Normativa para construir".(pt.m 7)</i>	

Según los enunciados manifestados por los actores participantes, las características de sus viviendas están dadas por "casas individuales con diseños originales privilegiando la auto-construcción" y "casas de materiales naturales, de madera". Los sitios: "...con sitios grandes para hacer más casas". En términos de equipamiento, prevalece la implementación de espacios deportivos y de recreación como: "Gimnasio y estadio...quinchos y media luna" e iluminación: "...subterránea, eficaz en calles y avenidas".

Además de contar con un mercado "en la costanera... para la venta de artesanía, lanas, mariscos, cocinerías". En la mayoría de los grupos se determinó también que desean "Barrios no tan marcados socialmente... amigables con el entorno" además de contar con "...organización social, barrios bien organizados", "con sedes sociales" "los mismos vecinos...".

Esto tiene su efecto en fortalecer su identidad sociocultural, y mantener las redes familiares y sociales con las cuales cuentan.

En relación al centro cívico y los servicios públicos los grupos manifestaron su interés de "...mantener centro cívico frente a la plaza... servicios públicos en un mismo lugar, con las mismas características de Chaitén", "... Con espacios públicos adecuados a las condiciones climáticas". Lo cual infiere en establecer una concentración del

comercio y servicios que permitan a la población vivir su cotidianidad a pesar de las condiciones climáticas. A su vez potenciar la nueva ciudad con los recursos naturales existentes.

Megacategoría 2: Símbolos de la Ciudad. (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m3 - pt.m4- pt.m5 - pt.m6 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que1 – que2 – que3-futa-la Junta-Pale- Villa)	F 34
Categoría 1: Plaza (osor1 - osor3 - pt.m1 - pt.m4- pt.m6 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - anc1 - anc2 – que2 – que3-cho 1- cho 2- Villa)	23
<p>“... plaza principal”. (osor 1)</p> <p>“... Plaza de armas amplia, arbolada y con símbolos patrios”.(osor 3)</p> <p>“... plaza”.(pt.m 1)</p> <p>“... La plaza que tenga un recinto cubierto para proyectar eventos al aire libre”.(pt.m 4)</p> <p>“... Plaza más verde y ordenada (asientos, faroles, estatua de O`higgins”.(pt.m 6)</p> <p>“plaza...libre de construcciones”.(pt.m 7)</p> <p>“una Plaza con iluminación”(pt.m 8)</p> <p>“plaza con árboles nativos”(pt.m 9)</p> <p>“Una plaza grande con vegetación. Monumentos y pileta”(ach 1)</p> <p>“plaza natural y muchos parques”(ach2)</p> <p>“Plaza de armas con el tamaño de la anterior...”(ach 3)</p> <p>“Plaza amplia con juegos infantiles y piletas”(cas 1)</p> <p>“Plaza amplia, con fuente de agua y senderos”(cas 2)</p> <p>“una plaza con áreas verdes”(cas 3)</p> <p>“Plaza grande”(dal 1)</p> <p>“plaza”(dal 2)</p> <p>“plaza”(anc 1)</p> <p>“Plaza con vegetación, jardines y símbolos patrios”(anc 2)</p> <p>“plaza iluminada y con jardines ”(que 2)</p> <p>“plaza con juegos infantiles y pileta ”(que 3)</p> <p>“plaza con árboles y áreas verdes, juegos para niños ”(cho 1)</p> <p>“plaza con flores, plantas, pileta con iluminación ”(cho 2)</p> <p>“una plaza usando los árboles ya existentes”(villa)</p>	
categoria 2: Costanera (val2 - osor3 - pt.m6 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – que1-la Junta-Pale-)	16
<p>“... Costanera amplia”.(val.2)</p> <p>“... Costanera abierta”.(osor 3)</p> <p>“... Costanera bonita”.(pt.m 6)</p> <p>“... costanera con ciclovías”(pt.m 9)</p> <p>“Costanera, con paseo peatonal”(ach 1)</p> <p>“Costanera”(ach 2)</p> <p>“Costanera con bancos y juegos”(ach 3)</p> <p>“Costanera con iluminación y asientos con basureros”(cas 1)</p> <p>“Costanera con áreas verdes, con asientos y lugares techados”(cas 2)</p> <p>“costanera”(dal 2)</p> <p>“costanera”(dal 3)</p> <p>“costanera”(anc 1)</p> <p>“Costanera peatonal amplia”(anc 2)</p> <p>“buena costanera”(que 1)</p> <p>“costanera con infraestructura para el turismo”(la junta)</p> <p>“costanera con balneario habilitado”(pale)</p>	
Categoría 3: Calles, y Avenidas (val2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m4- pt.m9 -- ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - anc1-cho2 – cho1 – cho2 – que1 – Pale-)	20
<p>“... calles no tan anchas, ciclovías y soleras”. (val. 2.)</p> <p>“...Calles y avenidas anchas” (osor 3)</p>	

<p>“...Avenidas y calles anchas (pt.m 1) “...Con sus avenidas amplias tal como es hoy día”.(pt.m4) . “... canchas, calles techadas” (pt.m 2) “calles tipo avenidas con bandejón central y veredas anchas” (pt.m 9) “doble vías con veredas no tan anchas”(ach 2) “Calles grandes”(ach 3) “...las avenidas amplias con doble vía y semáforos”(cas 1) “...calles amplias y pavimentadas con bandejón central”(cas 2) “Calles amplias con bandejones”(cas 3) “calles anchas”(dal 1) “calles anchas con sistema de evacuación de aguas”(dal 2) “Calles amplias con árboles nativos”(anc 1) “calles con áreas verdes ”(que 1) “calles de dos vías ”(que 3) “calles de doble vía, ojala bien anchas como eran antes ”(cho 1) “Calles amplias y arboladas”(cho 2) “Calles amplias con bandejón ”(pale) “calles pavimentadas”(pale)</p>	
<p>Categoría 4: Parques , Áreas verdes y Recreación (pt.m5 – pt.m4-pt.m8 -ach1 - ach3 - cas1 - dal2 -anc1 - que2 – que3-cho1-futa-Pale)</p>	15
<p>“... parque para niños con juegos, patinar, bicicletas, espacios techados”.(pt.m 5) “que existan parques infantiles y áreas verdes”(pt.m 8) “...espacios para actividades recreativas”. (pt.m 4) “con recreación para niños”(ach 1) “una ciudad con juegos infantiles y áreas verdes”(ach 3) “...juegos infantiles y parques”(cas 1) “...lugares de recreación”(dal 2) “Áreas verdes con árboles de la zona”(anc 1) “Parques”(que 2) “Juegos y mucha vegetación”(que 3) “Áreas verdes y juegos”(cho 1) “aéreas verdes manteniendo la naturaleza intacta, prohibir la extracción de vegetación”(futa) “juegos para niños...”(futa) “áreas verdes con flora nativa”(pale)</p>	

En la mayoría de los grupos trabajados aparecen como ejes identitarios de la ciudad de Chaitén, la plaza, costanera, calles y avenidas, manifestando la intención de que estos lugares sean creados respetando sus condiciones anteriores.

<p>Megacategoría 3: Tipos de Actividades Económicas Número de grupo (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m3 - pt.m4- pt.m5 - pt.m6 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que1 – que2 – que3-futa-la Junta-Pale- Villa)</p>	F 34
<p>Categoría 1: Economía Domestica (val1 - osor1 - osor3 -pt.m5 - pt.m6 - pt.m9 - ach2 - cas1 - cas2- dal1 - anc1 - que2 – que3-futa-la Junta-Pale-Villa)</p>	17
<p>Subcategoría 1.1: Invernaderos (val1 - osor1 - osor3 - pt.m5 - pt.m6 - pt.m9 - ach2 - cas1 - cas2- dal1 - anc1 - que2 – que3-futa-la Junta-Pale-Villa)</p>	19
<p>“... producción alimentaria (invernaderos, frutales)” (val 1.) “... Invernaderos”. (osor 1)</p>	

<p>“... creación de invernaderos para verduras, frutales”. (osor 3) “... Invernaderos, producción de alimentación” (pt.m 5) “... Invernaderos comunes (microempresas para mujeres)”. (pt.m 6) “ invernaderos”(pt.m 9) “ invernaderos comunitarios”(ach 2) “invernaderos y cultivo de hortalizas”(cas 1) “invernaderos”(cas 2) “invernaderos”(dal 1) “Integración de la 3 era. Edad a las actividades laborales como cultivo en invernaderos de hortalizas y flores”(anc 1) “invernada invernaderos”(cas 2) invernaderos ” (que 2) invernaderos ” (que 3) “invernaderos para trabajo comunitario ” (futa) “invernaderos de flores y verduras”(la junta) invernaderos ” (pale) “...invernaderos ” (villa)</p>	
Subcategoría 1.2: Criaderos (pt.m5 - pt.m9 - cas2-la Junta- Villa)	05
<p>“.. Criaderos de aves”. (pt.m 5) “.. Criaderos de aves”. (pt.m 9) “criaderos de aves”(cas 2) “avicultura” (la junta) “espacios para gallinas”(villa)</p>	
Categoría 2: Pesca artesanal (val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas2-cas3 - dal1 - anc1 - anc2 – que1 –futa- Pale- Villa)	18
<p>“... piscicultura no masiva”. (val 2.) “...pesca” (osor 1) “... Pesca y piscicultura”. (osor 2) “... Caleta de pescadores” (osor 3) “... Pesca”. (pt.m 1) “pesca artesanal”(pt.m 9) “Caleta de pescadores con viviendas muy cerca, y lugares de comercio”(ach 1) “caleta de pescadores con villa para vivir cerca”(ach 2) “caleta de pescadores”(ach 3) “Pesca artesanal”(cas 2) “pesca artesanal”(cas 3) “ muelle para caleta de pescadores”(dal 1) “ pesca artesanal y deportiva”(anc 1) “ pesca artesanal y deportiva”(anc 2) “ muelle para pescadores”(que 1) “ caleta ...”(futa) “pesca” (pale) “caleta de pescadores”(villa)</p>	
Categoría 3: Fomento a las competencias microempresariales (val1 - pt.m4- pt.m6 - pt.m7- ach2 - dal2 - dal3 – cho2 – futa)	11
<p>“... fomentar competencias locales para emprendimientos”. (val 1.) “... Fomento a la inversión del microempresario (pymes)”. (pt.m 4) “... Que hayan empresas o microempresas para trabajo estable”. (pt.m 6) “ economía sustentable apoyada por el Estado en todo lo relacionado a microemprendimiento”.(pt.m7) “... microempresas para mujeres”. (pt.m 6) “ actividades microempresariales para mujeres”(ach 2) “mayores recursos para el microempresario”(dal 2) “Incentivos para la pequeña empresa”(dal 3) “trabajo para mujeres principalmente en microemprendimiento”(cho 2) “subsidios para emprender, principalmente para mujeres”(futa)</p>	
Categoría 4: Comercio y sus características (val2 - osor3 - pt.m3 - ach1 - ach2 - cas1 - cas2- dal2 - anc1 - anc2 – que1 – cho2)	12

<p>“... comercio y lugares de venta de productos ferias y puestos, ferias costumbristas”. (val 2.)</p> <p>“... Comercio variado”. (osor 3)</p> <p>“... Comercio como líder, jumbo, easy” (pt.m 3)</p> <p>“necesitamos poder comprador estable”(ach 1)</p> <p>“comercio variado”(ach 2)</p> <p>“ferias libres, mall, cocinerías y supermercado”(cas 1)</p> <p>“Comercio”(cas 2)</p> <p>“empresas variadas que generen empleos”(dal 2)</p> <p>“Comercio”(anc 1)</p> <p>“Comercio mas variado”(anc 2)</p> <p>“Comercializadora de productos de la zona, buena oferta de productos”(que 1)</p> <p>“...posibilidades de venta de los productos”(cho 2)</p>	
<p>Categoría 5: Turismo características y forma (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m3 - pt.m4-pt.m8 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2- dal1 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que1 – que3-futa-la Junta- Pale-)</p>	26
<p>“...turismo”. (val 1.)</p> <p>“...turismo”. (val 2.)</p> <p>“...turismo” (osor 1)</p> <p>“...turismo”. (osor 2)</p> <p>“... Turismo desarrollado para los chaiteninos, no para personas de afuera”. (osor 3)</p> <p>“...turismo”. (pt.m 1)</p> <p>“...turismo”. (pt.m 2)</p> <p>“...turismo”. (pt.m 3)</p> <p>“...turismo apoyado por el estado”. (pt.m 4)</p> <p>“Trabajar en Turismo”(pt.m 8)</p> <p>“turismo, potenciando centros de información, camping, hoteles de buena calidad y pesca deportiva”(ach 1)</p> <p>“...turismo”(ach 2)</p> <p>“atracción turística por medio de ferias, senderos, miradores, sectores de camping, hoteles y hostales”(ach 3)</p> <p>“potenciar el turismo a través senderos de caminata, pesca deportiva, paseos en lancha”(cas 1)</p> <p>“turismo”(cas 2)</p> <p>“turismo”(dal 1)</p> <p>“Incentivo para el turismo”(dal 3)</p> <p>“turismo”(anc 1)</p> <p>“Variedad en servicios para el turismo”(anc 2)</p> <p>“Incentivos en turismo”(que 1)</p> <p>“turismo”(que 3)</p> <p>“Trabajar en Turismo a través de botes y paseos en lancha, cabalgatas, paseos turísticos al volcán y las termas”(cho 1)</p> <p>“Apoyo para el turismo”(cho 2)</p> <p>“...turismo”. (futa)</p> <p>“servicios para el turismo”(la junta)</p> <p>“fomentar actividades turísticas-ferias artesanales”(pale)</p>	
<p>Categoría 6: Construcción (pt.m3 - pt.m5 - pt.m9 - que2 – Pale)</p>	05
<p>“... Empresas constructoras”. (pt.m 3)</p> <p>“...construcción”. (pt.m 5)</p> <p>“mano de obra local para la construcción de la nueva ciudad”(pt.m 9)</p> <p>“construcción”. (que 2)</p> <p>“incentivo a la mano de obra”(pale)</p>	
<p>Categoría 7: Área Industrial (osor3 - pt.m2 - pt.m5 - ach1 - ach2 - - dal1 dal3 - anc1 - que2 – que3- cho 1)</p>	11
<p>“... Industrias para generar trabajo y absorción de mano de obra”. (osor 3)</p> <p>“... Planta de procesos de recursos naturales”. (pt.m 2)</p> <p>“...Industrias madereras, muebles”. (pt.m 5)</p> <p>“industria maderera, procesadora de alimentos, productos frescos del mar”(ach 1)</p> <p>“plantas de maderas, barracas, procesadoras de alimentos”(ach 2)</p> <p>“instalación de fabricas: aserraderos, pesqueras”(dal 1)</p> <p>“Procesadora de mariscos y pescados”(dal 3)</p>	

<i>"maderas y aserraderos(anc 1)</i> <i>"Fabricas"(que 2)</i> <i>"Fabrica procesadora de mariscos"(que 3)</i> <i>"Fabrica de mariscos, salmoneras"(cho 1)</i>	
--	--

Si bien el turismo es el eje impulsador de esta nueva ciudad, nace como necesidad el potenciar la capacidad emprendedora de las familias, a través de la creación de invernaderos y criaderos de aves que ayuden al sustento familiar, generando economía sustentable, potenciando los recursos naturales de la zona y principalmente generando nuevos roles al interior de la familias.

En definitiva la comunidad proyecta la nueva ciudad como un destino turístico en sí mismo y no sólo un punto de paso.

Megacategoría 4: Tipo de Energía	F
Número de grupos (val1-val2 - pt.m1 – pt.m2- pt.m4-)	05
Categoría 1: Energías sustentables (val1-val2 - pt.m1 – pt.m2- pt.m4-)	04
<i>"...calefacción ecológica". (val 2)</i> <i>"...energía eólica". (pt.m 1)</i> <i>"...bio energéticas...isotérmicas". (pt.m 4)</i> <i>"... Sustentabilidad energética y manejo de residuos". (val 1.)</i>	
Categoría 2: Forma de calefacción (pt.m2)	01
<i>"...calefacción a leña". (pt.m 2)</i>	

La provisión de energía puede provenir de fuentes locales tales como eólicas.

Calefacción a leña considerados económicamente viables.

Megacategoría 5: Conectividad	F
Número de grupos (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m4- cas1 - cas2-cas3 - dal1 -dal3 - cho1 – cho2 – que1 futa- Villa- anc2)	19
Categoría 1: Características (osor3 - pt.m1 - pt.m4- cas1 - cas2-cas3 - dal1 -dal3 - cho2 – que1- futa- Villa- anc2)	14
<i>"conectividad con chile, ... Camino de acceso a Chaitén".(osor 3)</i> <i>"... Conectividad aérea, marítima y vial". (pt.m 1)</i> <i>"... Conectividad integral...".(pt.m 4)</i> <i>"conectividad con Puerto Montt"(cas1)</i> <i>"mejor conectividad terrestre y marítima"(cas 2)</i> <i>"Camino pavimentado hacia el vilcún"(cas 3)</i> <i>"conectividad para la zona"(dal 1)</i> <i>"... Conectividad" (dal 3)</i> <i>"Conectividad" (anc 2)</i> <i>"Conectividad terrestre y marítima" (que 1)</i> <i>"Conectividad camino costero" (cho 2)</i> <i>"Subsidios de transporte aéreo, marítimo y terrestre"(cho 2)</i> <i>"Conectividad por hornopirén" (futa)</i>	

"un buen sistema de transporte con el resto de la comuna"(villa)	
Categoría 2: Aeródromo (osor 1- cho1-pt.m 2- que 1)	04
Subcategoría 2.1: Instalación (osor 1- cho1)	02
"...Aeródromo" (osor 1) "...Aeródromo" (cho 1)	
Subcategoría 2.2: características (pt.m 2- que 1)	02
"... Un aeródromo con su iluminación" (pt.m 2) "aeródromo con iluminación" (que 1)	
Categoría 3: Puerto (val1 – val2- osor1- osor2- cho1)	05
Subcategoría 1: Existencia y Rol	
"... actividad portuaria, puerta de entrada a la patagonia". (val 1.) "... puerto actividades de servicio para la comunidad". (val 2.) "... Puerto..." (osor 1) "...Puerto no solo para el turismo (mercadería y comercial)" (osor 2) "...Puerto de embarque" (cho 1)	

La necesidad de la construcción de un nuevo puerto y aeródromo, crea las condiciones de Conectividad con el resto de la Región y del país, y así se permitirán reconstruir las funciones que poseía Chaitén y permitirá que siga comportándose como la puerta de entrada a la Patagonia Chilena.

Megacategoría 6: implementación de la educación	F
Número de grupo (val1 - val2 - osor1 - osor2 - osor3 - pt.m1 - pt.m2 - pt.m3 - pt.m4- pt.m5 - pt.m6 - pt.m7- pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach2 - ach3 - cas1 - cas2-cas3 - dal1 - dal2 - dal3 - anc1 - anc2 – cho1 – cho2 – que1 – que2 – que3-futa-la Junta-Pale- Villa)	19
Categoría 1: Modalidad educacional (osor1 - osor2 -pt.m2 - pt.m5 - ach2 - ach3 - dal1 - anc2 – cho1 – cho2 – que1 – que3-futa-la Junta-Villa)	15
"... colegios e institutos" (osor 1) "... Instituto". (osor 2) "... , Un colegio técnico profesional", (pt.m 2) "... liceo técnico". (pt.m 5) "Que exista un liceo"(ach 2) "educación básica, media e instituto"(ach 3) "instituto profesional"(dal 1) "Educación superior"(anc 2) "Educación superior"(que 1) "instituto profesional"(que 3) " Liceo Italia"(cho 1) "Colegio y educación técnica, con varias carreras, universidad "(cho 2) "colegio, liceo..."(futa) "liceo técnico"(la junta) "colegio con enseñanza de 1ero básico a 4to medio"(villa)	
Categoría 2: Calidad (pt.m8- cas3- que2- futa)	04
" buena educación"(pt.m 8) "colegios modernos"(cas 3) " Buen colegio"(que 2) ...con los profesores que tenían, con calidad"(futa)	

Megacategoría 7: implementación de Salud Número de grupos (val1 - osor1 -pt.m2 - pt.m3 - pt.m5 - pt.m6 - pt.m8 - pt.m9 -ach1 - ach3 - cas3 - dal1 - anc2 – que1 – que2 – que3-cho2- futa-la Junta Villa)	F 21
Categoría 1: Calidad y dotación	
<p>“... hospital con especialidades”. (Val 1.) “... Hospital con especialidades”. (osor 1) “... Hospital con personal especializado” (pt.m 2) “... Hospital con especialidades”. (pt.m 3) “... hospital bueno”. (pt.m 5) “... Consultorio grande” (pt.m 6) “Que exista un hospital de primer nivel”(pt.m 8) “un hospital con especialidades”(pt.m 9) “Un hospital con buen acceso”(ach 1) “un hospital con especialidades”(ach 3) “Hospital bien implementado”(cas 3) “Hospital bueno”(dal 1) “Hospital”(anc 2) “Hospital con especialidades”(Que 1) “Hospital”(que 2) “Hospital-consultorio”(que 3) “Hospital mejor, buena atención”(que 3) “Hospital con especialidades”. (cho 2) “Hospital con especialidades”(la junta) “Hospital con especialidades, con helicóptero, avión ambulancia”(futa) “hospital completo, que se pueda operar ahí mismo”(villa)</p>	

ORGANIZACIONES COMUNITARIAS PARTICIPANTES

1. Cámara de Comercio
2. Cámara de Turismo
3. Asociación de Ganaderos
4. Patagonia Verde
5. Funcionarios Municipales
6. Funcionarios Públicos
7. Dirigentes de Desplazados
8. Sindicato de Pescadores

Algunos de enunciados manifestados por los **actores relevantes en la toma de decisiones**:

- **Tiempo de Construcción de la nueva ciudad v/s Venta de Propiedades:**

“La gente que trabaja en turismo, la inquietud es de qué vamos a vivir mientras tanto...”

- **Destino de las propiedades existentes:**

“vender lo nuestro para que quede ahí y pasen 10 años y siga ahí...no tenemos la capacidad de reemprender fuera de Chaitén”

“...A lo mejor yo puedo mantener mi infraestructura mientras se desarrolle la nueva ciudad y luego permutar...en este lapso es importantes crear un plan intermedio de inversión”

- **Incentivos:**

“Hay una cosa bien clara para reemprender en Santa Bárbara...detrás de este proyecto debe haber por parte del Estado un instrumento fuerte de fomento”

“los organismos estatales deben orientar a emprender en Santa Bárbara...”

“Los trámites tenemos que hacerlos en Futaleufú o Palena, porque en Santa Bárbara o Chaitén no funciona la municipalidad”

- **Instalación de servicios públicos:**

“Los servicios públicos deben estar en la nueva ciudad, son los que dan el funcionamiento de la ciudad”

“Chaitén siempre ha tenido una economía en base al Estado... Servicios Públicos”

“...Santa Bárbara es o será el centro de distribución del resto de la provincia”

“La caleta junto a una villa para pescadores, a 4 kilómetros al norte de Chaitén”

“Nosotros queremos aprovechar al volcán para el turismo”

¿CÓMO QUIEREN QUE SEA LA FUTURA CIUDAD?

En cuanto a las características de vivienda se establece como modelos de vivienda “casas individuales con diseños originales privilegiando la auto-construcción” y “casas de materiales naturales, de madera”. Los sitios: “...con sitios grandes para hacer más casas”. En términos de equipamiento, prevalece la implementación de espacios deportivos y de recreación como: “Gimnasio y estadio...quinchos y media luna” e iluminación: “...subterránea, eficaz en calles y avenidas”.

Además de contar con un mercado “en la costanera... para la venta de artesanía, lanas, mariscos, cocinerías”. En la mayoría de los grupos se determinó también que desean “Barrios no tan marcados socialmente... amigables con el entorno” además de contar con “...organización social, barrios bien organizados”, “con sedes sociales”.

Con relación al centro cívico y los servicios públicos los grupos manifestaron su interés de “...mantener centro cívico frente a la plaza... servicios públicos en un mismo lugar, con las mismas características de Chaitén”

Para los diversos actores involucrados en este proceso de participación, la identidad de la ciudad de Chaitén son considerados primordiales la cual se debe plasmar en la nueva ciudad, estos elementos deben ser creados respetando las características y condiciones que poseían anteriormente.

Para ello manifiestan la necesidad de contar con una “plaza de armas amplia, con símbolos patrios...”, “...con árboles y áreas verdes, juegos para niños”, “con el tamaño de la anterior...”, “que tenga un recinto cubierto para realizar eventos”, “... con una pileta y senderos”. Respecto a la costanera sostienen que anhelan una “Costanera con áreas verdes, con asientos y lugares techados”, “una Costanera peatonal amplia”.

En cuanto a las calles y avenidas privilegian “calles de doble vía, ojala bien anchas como eran antes”, “...las avenidas amplias con doble vía y semáforos”, “...con áreas verdes en el centro”, “con sistema de evacuación de aguas”

Concuerdan también en que las áreas verdes y de recreación deben estar presentes en diversos lugares de la nueva ciudad, “Áreas verdes y juegos”, “una ciudad con juegos infantiles y áreas verdes”, “que existan parques infantiles y áreas verdes”

Respecto a la actividad económica que podrían desarrollar en la nueva ciudad, se focalizan principalmente en el área de turismo señalando: “turismo, potenciando centros de información, camping, hoteles de buena calidad y pesca deportiva”, “Trabajar en Turismo a través de botes y paseos en lancha, cabalgatas, paseos turísticos al volcán y las termas”. Reconocen también el gusto por el trabajo a nivel de economía doméstica a través de “... creación de invernaderos comunitarios para el cultivo de hortalizas” y “Criaderos de aves”.

Por otro lado perciben y valoran el desarrollo de la pesca artesanal sugiriendo para ello una “caleta de pescadores con villa para vivir cerca”, “muelle para pescadores”. Visualizan también al comercio como un “Comercio mas variado”, “con poder comprador estable”, “Comercializadora de productos de la zona, buena oferta de productos”.

En el área industrial se requiere principalmente de “... Industrias para generar trabajo y absorción de mano de obra chaitenina que incentive el retorno”, “industria maderera, procesadora de alimentos, productos frescos del mar

Una de las características más relevantes que se han obtenido del análisis de los datos esta orientada a la necesidad que manifiesta la población de “...fomentar competencias locales para emprendimientos”, “...Incentivos para la pequeña empresa” y potenciar las “actividades microempresariales para mujeres”.

Los habitantes de Chaitén también esperan obtener de esta nueva ciudad los tipos de energía como “...energía eólica”, “... Sustentabilidad energética y manejo de residuos”, “...calefacción a leña”.

La comunidad asume la precariedad de la conectividad con la cual han vivido, y ven desde la emergencia, la oportunidad de cambiar esta situación sosteniendo que debe existir “mejor conectividad terrestre y marítima”, “conectividad con Puerto Montt” y principalmente obtener “Subsidios de transporte aéreo, marítimo y terrestre”. Esto

unido a la implementación de “...Un aeródromo con su iluminación”, “...Puerto no solo para el turismo (mercadería y comercial)”, “... actividad portuaria, puerta de entrada a la patagonia”.

Tanto en términos educacionales como de salud. Las familias no se centran en la infraestructura, sino más bien, en la calidad y características de estos ámbitos, determinando la necesidad que presentan las familias ante estas instituciones. “buena educación”, “Colegio y educación técnica, con varias carreras, universidad” “...con los mismos profesores que tenían en Chaitén, eran muy buenos”. Y en cuanto a la salud se determina la necesidad de un “... hospital con especialidades”, “...de primer nivel”, “con buen acceso y buena calidad”

Es importante entonces reconocer y responder a las expectativas y proyecciones de la comunidad desplazada frente al proceso de retorno, en la ejecución y planificación de los planes y programas del desarrollo urbano de la nueva ciudad, la validación de este desarrollo conlleva el fortalecer el capital social de la comuna de Chaitén, potenciar estrategias de comunicación y presentación de los proyectos.

El trabajo realizado permitió hacer frente a múltiples demandas y expectativas, ampliar las bases de dialogo e incorporar a actores antes no considerados. Aspectos importantes ante una negociación entre autoridades y ciudadanía.