

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



**“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS URBANO-
ARQUITECTONICOS PARA FUTURAS EDIFICACIONES
DE LAGEO”**

PRESENTADO POR:

ADELA ESPERANZA SANTOS CRUZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:

ARQUITECTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE ARQUITECTURA

DIRECTOR :

ARQ. MANUEL HEBERTO ORTÍZ GARMENDEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

ARQUITECTA

Título :

**“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS URBANO-
ARQUITECTONICOS PARA FUTURAS EDIFICACIONES
DE LAGEO”**

Presentado por :

ADELA ESPERANZA SANTOS CRUZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Arq. Milton Guillermo López Guzmán

San Salvador, Marzo de 2012

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Arq. Milton Guillermo López Guzmán

AGRADECIMIENTOS

A Dios gracias por haberme permitido culminar mis estudios, a mi familia que me apoyó siempre a lo largo de mi carrera, mi mamá, papá, y hermano; gracias por sus sacrificios.

A los docentes de la escuela de arquitectura, especialmente a mi asesor a quien le agradezco su apoyo y su guía durante este año; me enorgullece haberlo tenido como mi mentor y nunca olvidare todas sus enseñanzas.

A los arquitectos de LaGeo por la apertura que me brindaron y su colaboración indispensable en el desarrollo del presente documento.

A mis amigos y compañeros gracias por su ayuda, por sus ánimos y su amistad.

INDICE

INTRODUCCION.....	i
-------------------	---

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 JUSTIFICACION.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	
1.2.2 OBJETIVO ESPECIFICO	
1.4 LIMITES.....	4
1.3.1 LIMITE GEOGRAFICO	
1.3.2 LIMITE TEMPORAL	
1.5 ALCANCES.....	5
1.6 METODOLOGIA.....	5

CAPITULO 2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA.....	9
2.1.1 ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL SALVADOR	
2.2.2 MARCO INSTITUCIONAL	
2.2.3 MARCO LEGAL	
2.2 ANTECEDENTES DE LAGEO.....	14
2.3 SITUACION ACTUAL DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL PAIS.....	15
2.3.1 IMPACTO ECONOMICO	
2.3.2 IMPACTO AMBIENTAL	
2.3.3 ZONAS DE ESTUDIO	
2.3.4 PROYECCIONES FUTURAS	

2.4 SITUACION ACTUAL DE LA GEO.....	29
2.4.1 VISION Y MISION	
2.4.2 IMPACTO SOCIAL	
2.4.3 PROYECTOS Y PROGRAMAS	
2.5 PLANTAS GEOTERMICAS EN EL SALVADOR.....	35
2.5.1 EL PROCESO DE EXTRACCION Y SUS COMPONENTES	
2.5.2 CONVERSION DE LA ENERGIA	
2.5.3 PROCESO GENERAL DE FUNCIONAMIENTO	
2.5.4 TIPOS DE PLANTAS	
2.5.5 INSTALACIONES EXISTENTES	
GLOSARIO DE TERMINOS.....	52

CAPITULO 3. ANALISIS URBANO-ARQUITECTONICO

3.1 CASOS ANALOGOS CENTRALES GEOTERMICAS.....	57
EN ISLANDIA	
3.1.1 FICHAS DE ANALISIS	
3.1.2 INTERPRETACION DE DATOS	
3.2 ANALISIS DE LAS CENTRALES GEOTERMICAS.....	67
DE EL SALVADOR	
3.2.1 UBICACION Y ACCESIBILIDAD	
3.2.2 TOPOGRAFIA	
3.2.3 CLIMA	
3.2.4 VEGETACION	
3.2.5 ZONIFICACION	
3.2.6 DIAGRAMA DE RELACION	
3.2.7 ESPACIOS COMPLEMENTARIOS	
3.3 ANALISIS URBANO DEL CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN.....	87
3.3.1 ACCESIBILIDAD	

3.3.2 CIRCULACIONES	
3.3.3 MOBILIARIO URBANO	
3.3.4 AREAS VERDES	
3.3.5 ESTACIONAMIENTO	
3.4 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS.....	97
3.5 PLANTEAMIENTO DE NECESIDADES.....	98
3.6 ANALISIS ARQUITECTONICO.....	100
3.6.1 TIPOLOGIAS DE DISEÑO	
3.6.2 COLOR Y TEXTURA	
3.6.3 ILUMINACION	

CAPITULO 4. PROPUESTAS

4.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO.....	114
4.2 ELEMENTOS GEOTERMICOS.....	115
4.2.1 ANALISIS DE LAS FORMAS	
4.2.2 FICHAS DE ANALISIS	
4.3 LINEAMIENTOS DE DISEÑO.....	126
4.31 OBRAS EXISTENTES	
4.4 APLICACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS.....	134

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

La energía geotérmica representa una fuente importante de producción energética renovable, un recurso natural que posee nuestro país y que al igual que otros en, Europa, Asia, Norte América, es explotada para la generación eléctrica.

Es LaGeo la empresa pionera encargada de la producción energética, brindando una alternativa renovable al país y durante su crecimiento y desarrollo ha expandido su apoyo en obras de beneficio para la población y forjado una identidad propia que debe darse a conocer.

La investigación realizada pretende difundir los conocimientos sobre la tipología arquitectónica que nace dentro de la empresa, su origen, planteamiento y edificaciones representativas; y para ello, antes debemos conocer y comprender el concepto y funcionamiento de la geotermia y como esta, da origen al diseño arquitectónico.

El presente documento consta de cuatro capítulos en el primero podrán observar los planteamientos iniciales, la razón de nuestra investigación y hacia donde queremos llegar con ella. En el segundo capítulo conocerán sobre historia de la energía geotérmica en El Salvador, así como todo lo relevante al funcionamiento de una central geotérmica.

En nuestro tercer capítulo se elaboró un breve análisis que muestra la situación actual del campo Geotérmico de Berlín y el concepto de arquitectura que se ha implementado en LaGeo; finalmente en el cuarto capítulo se encontrarán con la recopilación de los principios de diseño y los lineamientos que de ellos derivan, con sus respectivos ejemplos de aplicación.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Salvador es un país pionero a nivel centroamericano en aprovechar los recursos energéticos renovables que posee, como es la geotérmica, inicialmente impulsado por la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) desde la década del 70; y posteriormente por LaGeo, que actualmente aporta un 25% de la demanda nacional. Con el inicio de la producción geotérmica se necesitó de la construcción de infraestructura especializada, como son las plantas geotérmicas.

Pero con una población mayor a los 5.7 millones¹, El Salvador posee una demanda de energía eléctrica alta, de aquí la necesidad de una mayor producción para cubrir la demanda actual.

Como respuesta se hizo necesaria la expansión y renovación de las plantas; así como la construcción de nuevas instalaciones administrativas y con esta última se originó la creación de una nueva expresión arquitectónica propia de LaGeo, la cual se busca replicar a futuro estableciendo una imagen arquitectónica.

Para lograr dicha imagen visual que los identifique ante la población surge la necesidad de formular los lineamientos que rijan el diseño de sus edificaciones a futuro. Actualmente carecen de información escrita que exprese y de a conocer la visión arquitectónica de la empresa.

Además con el crecimiento de la industria nace también una visión de apertura y transparencia hacia la población, donde el público pueda conocer el funcionamiento y los beneficios de la energía geotérmica; con ello surgen nuevas necesidades espaciales como es la readaptación de las instalaciones existentes y que originalmente no consideraban un enfoque turístico, pues carece de infraestructura destinada a la recepción del público.

Teniendo en cuenta que existen áreas de concesión en las cuales se prevé el desarrollo de nuevos proyectos, se deberán superar los problemas planteados y diseñar en base a las nuevas necesidades de la empresa.

¹ CNE "Política Energética de El Salvador" 2010-2014

1.2 JUSTIFICACION

La imagen corporativa en una institución es importante para el desarrollo de la misma; pues pretende mostrar su identidad, su carácter y su finalidad a la sociedad que lo rodea.

El documento pretende solventar las necesidades actuales de LaGeo, en cuanto a la formulación de lineamientos de para el diseño de futuras edificaciones, y que a la vez, mediante la creación de estos se consolide la identidad visual a través de sus construcciones.

LaGeo es una empresa que mantiene un compromiso social con la población salvadoreña y principalmente con las comunidades que rodean sus instalaciones, en su rol de “vecino responsable” promueve y contribuye al desarrollo local a través de programas y convenios con instituciones gubernamentales y ONG's; ejemplo de ello son los convenios con el Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Alcaldías, y la Universidad de El Salvador.

Esta última, mantiene una relación estrecha con LaGeo, al realizar un diplomado de “Especialización en Geotermia”, donde la empresa fue participante y brindó recursos tecnológicos para su desarrollo.

Además se contribuirá con la población estudiantil de la Universidad de El Salvador, con el aporte de nuestra investigación sobre energía geotérmica y su arquitectura, información que no es de conocimiento público y por lo tanto, servirá para difundir el desarrollo de la energía geotérmica, el funcionamiento de sus instalaciones en nuestro país y la proyección arquitectónica de la empresa.

Por los aportes que LaGeo brinda a la población, en el desarrollo social, económico y cultural, es importante colaborar en el planteamiento de soluciones favorables y que sean de ayuda al desarrollo arquitectónico de la empresa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Investigar, identificar y plantear, los principios y lineamientos de la arquitectura dentro de LaGeo, su implementación en las edificaciones existentes y planteamiento de propuestas a futuro.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Establecer la identidad visual de la empresa mediante la implementación de los principios arquitectónicos que los identifica ante la sociedad.

Difundir el conocimiento sobre energía geotérmica y mostrar como es retomada, abstraída y aplicada en la arquitectura de LaGeo.

Formular lineamientos de diseño generales a partir de los principios y proponer ejemplos de aplicación urbano-arquitectónica.

Proponer soluciones amigables con el medio ambiente, que no afecten el paisaje natural, acorde con la filosofía de la empresa.

1.4 LIMITES

1.4.1 LIMITE GEOGRAFICO

La presente investigación se realizará en las instalaciones de LaGeo, ubicadas en Berlín, Ahuachapán y Santa Tecla, por lo que nos limitaremos a sus plantas geotérmicas dentro del país.

1.4.2 LIMITE TEMPORAL

Se desarrollará en el período comprendido entre febrero de 2011 a febrero de 2012, como fecha límite. Sin embargo la guía de investigación tendrá vigencia por los años que estime LaGeo, pues será de uso exclusivo para la empresa.

1.5 ALCANCES

Elaboración de un Documento que plantee principios y lineamientos de diseño arquitectónico para las edificaciones de LaGeo, que servirá de guía al diseñador en futuros proyectos de la empresa y crearán una imagen visual de la institución.

1.6 METODOLOGIA

Se presenta la metodología adoptada para el desarrollo del trabajo y con el fin de realizarlo de manera ordenada, se ha dividido en cuatro capítulos: Generalidades, Marco Teórico, Análisis Urbano-Arquitectónico y Propuestas.

A continuación se describirá en que consiste cada capítulo y los aspectos que abarca.

CAPITULO 1: GENERALIDADES

Consiste en los planteamientos iniciales, luego de una investigación bibliográfica general, se analiza la información y se elabora:

El planteamiento del problema, que describe la problemática a tratar y su contexto social y económico en que se desarrolla. Justificación de la investigación, las razones por las cuales nos motiva a encontrar solución al problema. Objetivos, son las metas concretas que pretendemos lograr. Límites en este caso temporal y geográfico; y por ultimo los Alcances de la investigación mediante una oferta técnica.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

En este capítulo se realiza una investigación profunda, en fuentes bibliográficas especializadas, entrevistas a profesionales de la materia, y visitas de campo a las instalaciones geotérmicas del país.

Se busca establecer un conocimiento profundo referente a la energía geotérmica, sus antecedentes, la situación actual en el país, la empresa que lo desarrolla, como se genera y explicar el funcionamiento detallado de las instalaciones. Es la base teórica de la investigación necesaria para desarrollar el próximo capítulo, pues en esta etapa se aprenderá todo lo referente al tema.

CAPITULO 3: ANALISIS URBANO-ARQUITECTONICO

Este capítulo comprenderá el análisis de las centrales existentes en El Salvador, desde un enfoque urbanístico y arquitectónico. Esto se hará mediante visitas de campo, entrevistas con personal de la central geotérmica y arquitectos de LaGeo. Recopilando información teórica, fotografías, elaboración de mapas, diagramas de relación, zonificación, etc. Para luego interpretar dicha información e identificar problemas.

CAPITULO 4: PROPUESTAS

Comprende la recopilación de los principios de diseño existentes y la formulación de lineamientos a partir de dicho principios así como su aplicación en el diseño de propuestas.

METODOLOGIA

•Planteamientos iniciales resultantes de una investigación bibliografica.

•Establece un conocimiento profundo referente a la energía geotermica, sus antecedentes, situación actual, la empresa que lo desarrolla, como se genera y explica el funcionamiento de las instalaciones.

CAPITULO 1.
GENERALIDADES

CAPITULO 2.
MARCO TEORICO

CAPITULO 4.
PROPUESTAS

•Contiene la recopilacion de los principios de diseño existentes y la formulación de lineamientos, así como su aplicación en propuestas de diseño.

CAPITULO 3.
ANALISIS

•Comprende el analisis de las centrales existentes en El Salvador, desde un enfoque urbanístico. Se Identifican problemas y proponen soluciones

CAPITULO 2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA

En el transcurrir de los tiempos, la humanidad ha ido observado todos los cambios y fenómenos que el planeta tierra ha demostrado, desde los generales tales como los cambios de mareas en las costas, los movimiento de rotación y traslación; y también hasta cambios mas específicos tales como los movimientos telúricos de las placas terrestres, tormentas tropicales (huracanes), nacimientos de volcanes en diferentes partes del mundo entre otros. En los inicios de la humanidad cuando el desarrollo de las civilizaciones era menor, la mentalidad humana carecía de un racionamiento científico, de manera que, atribuía los fenómenos naturales a un ser superior.

Uno de estos fenómenos naturales eran las emanaciones de vapor desde la tierra las cuales causaban asombro y no tenían explicación alguna.

Con el tiempo la evolución de las civilizaciones y el desarrollo de un racionamiento científico, fueron dando respuesta a los fenómenos de la tierra y así llamaron geotermia al calor que emanaba de la tierra y producía fumarolas.

La geotermia es el estudio de los fenómenos térmicos de la capa terrestre, en un sentido más amplio se puede decir que es el calor que irradia la tierra desde su interior hacia el exterior; el cual disminuye mientras mas se acerca a la superficie, debido a la misma estructura de la tierra, la cual se divide en tres capas muy importantes, las cuales se mencionan a continuación:

El Núcleo que está conformado por hierro fundido a una temperatura aproximada de 4000°C.

El Manto el cual es la capa intermedia de la tierra la que se compone de Silicatos de Hierro y Magnesio con un espesor de unos 2900Km con una temperatura de 800 a 1000°C.

La Corteza Terrestre cuyo espesor puede ser irregular pues comprende desde 5 km hasta 35 km con una temperatura de 15 a 20°C.² (Ver imagen 1)

Cuando el magma que proviene del núcleo atraviesa el manto intermedio puede alcanzar la parte superior de la corteza terrestre, estas altas temperaturas

² <http://www.igme.es/internet/geotermia/La%20energ%EDa%20geot%E9rmica.htm>

afectan los mantos acuíferos profundos y la presión generada abre ocasionalmente superficiales válvulas de escape, manifestadas como ausoles, fumarolas, géiseres, manantiales de agua caliente, etc.

Cuando los mantos y las corrientes de agua profunda originados por las lluvias entran en contacto con las altas temperaturas del interior, se da origen a los yacimientos o reservorios de agua y vapor geotérmico.³

Existen tres tipos de yacimientos según la temperatura a la que sale el agua y el vapor; estos son:

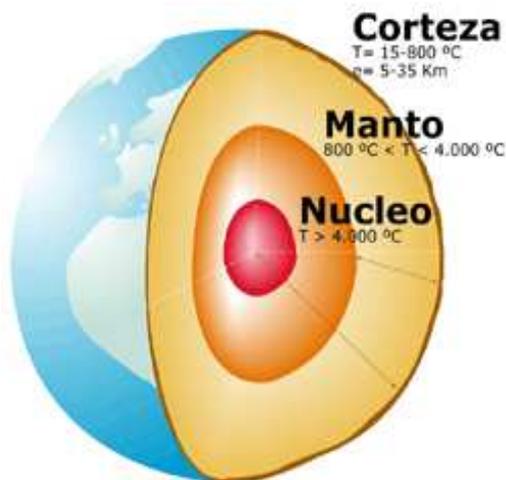


Imagen 1. Capas de la corteza terrestre

1. Yacimientos de Altas Temperaturas: Se localizan en las zonas activas de la corteza terrestre. Su temperatura esta comprendida entre 200 y 400 grados centígrados (o Celsius). Una reserva geotérmica de este tipo es utilizada en una central de vapor.
2. Yacimientos de Temperatura Media: Son aquellos en los que los fluidos de los acuíferos están a temperaturas menos elevadas, normalmente entre 100 y 200 grados centígrados.
3. Yacimientos de Baja Temperatura: Son aprovechables en zonas más amplias que las anteriores, como en las cuencas sedimentarias, donde los fluidos se encuentran a temperaturas entre los 50 y 100 grados Celsius. Este tipo de explotación comercial de los recursos endógenos terrestres se utiliza para necesidades domésticas, sean estas urbanas o rurales.⁴

³ LaGeo. "Historia de la Energía Geotérmica de El Salvador" San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005. Pág. 27

⁴ LaGeo. "Historia de la Energía Geotérmica de El Salvador" San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005. Pág. 29

Desde que se tuvo conocimiento de las manifestaciones geotérmicas, comenzaron a utilizarse en distintos usos, primero como baños termales, luego los científicos descubrieron en su composición química la presencia de ácido bórico y esto resultó en que podía utilizarse con fines farmacéuticos.

Pero fue hasta 1904 cuando comenzó a utilizarse el vapor geotérmico para producir energía eléctrica. En Lardello Italia, Piero Ginori-Conti, fue el precursor creando la primera manifestación, mediante una planta de pequeñas proporciones.

En 1913 que comenzó a funcionar la primera planta geotérmica en Italia, que llegó a abastecer el sistema de trenes en el año de 1940. Siendo este país el pionero en generación de energía proveniente del vapor de agua.

Luego 1930 se instaló la primera Planta moderna de red de tuberías de calefacción en Reikjavik, Islandia “Desde entonces, redes de calefacción que utilizan la energía geotérmica se encuentran en funcionamiento en Francia, Italia, Hungría, Rumanía, Rusia, Turquía, Georgia, China, Estado Unidos y la propia Islandia, donde, hoy en día, el 95% de los habitantes de la isla tienen calefacción por medio de una red de 700 km de tuberías aisladas que transportan agua caliente. Después de la Segunda Guerra Mundial, muchos países fueron atraídos por la energía geotérmica”⁵

2.1.1 ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL SALVADOR

A continuación se presentará un cuadro resumen que contiene los eventos y fechas relevantes en la historia de la energía geotérmica en El Salvador, desde las primeras investigaciones, los resultados, las primeras manifestaciones del potencial y las zonas donde se encontraron. Con el fin de conocer la evolución que tuvo en nuestro país, hasta el día de hoy.

⁵ <http://asturcantabro.es/documentos-noticias/20100214155221.pdf>

CUADRO RESUMEN
ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL SALVADOR

FECHA	EVENTO
1945	Creación de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)
1950	Se impulsó la investigación del recurso geotérmico en el país, mediante la gestión del presidente de CEL, Guillermo Sol Bang
1955-1956	Se funda el Servicio Geológico Nacional (SGN) adscrito al MOP, que sería manejado por el Dr. Helmut Meyer Abich
1967	CEL inició la planificación de la construcción de su primera planta geotérmica en Ahuachapán.
1968	Se perforó el primer pozo exploratorio denominado AH-1
1969-1970	Inicia una segunda etapa de perforaciones profundas, con cinco pozos profundos.
1972-1975	Construcción de la central geotérmica de Ahuachapán con una unidad de 30 MW
1976	Inicia el funcionamiento de la Unidad II
1976-1981	Se realizan reconocimientos geológicos y geoquímicos en Berlín, Chinameca y San Vicente. Se inaugura la unidad III en Ahuachapán con una capacidad de 35 MW
1996-1999	Se construye la Central Geotérmica de Berlín
2002	Se anuncia ENEL como nuevo socio de la Geotérmica Salvadoreña (GESAL)
2007	Entra en funcionamiento la Unidad III de Berlín
2008	Inicia el funcionamiento de la unidad IV de ciclo binario en Berlín.

MARCO INSTITUCIONAL

Instituciones que rigen el Sector Eléctrico de El Salvador:

- Consejo Nacional de Electricidad (CNE), es la autoridad superior, rectora y normativa en materia de Política Energética y como coordinadora de los distintos sectores del sector energético.
- La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), que tiene por misión aplicar las leyes que regulan los sectores de Electricidad y Telecomunicaciones, velar por su cumplimiento, garantizando los derechos de usuarios y operadores, generando seguridad jurídica, inversión, desarrollo y competencia.
- El Fondo Nacional en Electricidad y Telefonía (FINET), administrado por el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), es el encargado de la administración y asignación de subsidios a los usuarios de bajos recursos, así como a la expansión de la electrificación rural.
- La Unidad de Transacciones (UT) es la entidad encargada de la operación del mercado mayorista de electricidad de El Salvador con la función de operar el sistema de transmisión de energía eléctrica, mantener la seguridad del sistema eléctrico de potencia, asegurar la calidad mínima de los servicios y operar el mercado mayorista de electricidad.
- La Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL) se crea con la finalidad de proveer una red de transmisión de energía eléctrica que satisfaga las expectativas de seguridad y continuidad del servicio eléctrico, haciendo posible las transacciones entre los participantes del mercado dentro del país así como con los países de la región centroamericana mediante el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central

2.2 ANTECEDENTES DE LAGEO

La empresa hoy conocida como LaGeo, es una sociedad de economía mixta, dedicada a la investigación y generación de energía geotérmica, pero para lograr la posición que ahora goza, debió pasar por muchos cambios años atrás.

LaGeo S.A. de C.V. nació como una gerencia de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL); en la década del 70'. Con el inicio de las investigaciones del potencial energético en nuestro país y principalmente el geotérmico, pronto se hizo necesario la creación de una gerencia dedicada a la investigación de este recurso natural y así, nace la Gerencia Geotérmica de CEL, conocida como GeoCel. Por muchos años se mantuvo como gerencia y se dedicaba a la exploración y realización de estudios en distintas zonas del país, verificando la factibilidad de producir energía eléctrica a base del vapor de la tierra.

En 1996 se da una reforma en el sector eléctrico, con la creación de la Ley General de Electricidad y la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), esta última tendría como función ejercer las leyes y reglamentos que rigen los sectores de electricidad.

Esta reforma tendría repercusiones a futuro y fue así que en 1999 ocurre una nueva reestructuración en CEL bajo la gestión de Guillermo Sol Bang como presidente de la autónoma, consistió en la descomposición de las empresas estatales que operaban en el sector eléctrico; esto basándose en el artículo 119 de la Ley General de Electricidad aprobada en 1996 por decreto legislativo y que dicta así *“Dentro del plazo de los tres años posteriores a la vigencia de la presente Ley, la CEL deberá reestructurarse a efecto que las actividades de mantenimiento del sistema de transmisión y operación del sistema de potencia sean realizadas por entidades independientes, y que las de generación se realicen por el mayor número posible de operadores”*⁶

Dicho proceso de descomposición deja como resultado la privatización en el sector eléctrico; Y es así, que GeoCel pasa a convertirse en la Geotérmica

⁶ Corte Suprema de Justicia de El Salvador “Ley General de Electricidad”. San Salvador, Octubre de 1996.

Salvadoreña S.A. de C.V. (GESAL) una empresa de economía mixta, cuyos accionistas eran CEL y la Compañía de Luz Eléctrica de Ahuachapán (CLEA)

GESAL se dedicaba a la exploración, desarrollo, y explotación comercial de recursos geotérmicos, especialmente con fines de generación de electricidad para su venta en mercados mayoristas.

Para el año 2001 CEL opta por la búsqueda de un inversionista estratégico, con capacidad de invertir en investigaciones y desarrollo geotérmico en las áreas ya identificadas con potencial. Por ello se organiza un concurso internacional en marzo de ese año, para encontrar al socio estratégico. A esta invitación acudieron 8 empresas transnacionales y de las cuales solo precalificaron 3, la Corporación Anglo-Holandesa Shell, la Alianza Sumitomo Corporation/Kyusho Electric Power Company y el Consorcio Italiano ENEL.

En abril de 2002 se dio a conocer el ganador, fue el consorcio ENEL quien sería el nuevo socio de CEL y que pagaría 40 millones de colones por el 8.5% de acciones en GESAL; y según el acuerdo que firmaron ENEL incrementaría sus acciones a medida que invirtiera en la exploración y generación energética. Así dio inicio a sus labores en julio de 2002 con la exploración el cerro de cuyanausul en Ahuachapán y la puesta en marcha de la unidad 3 en Berlín.

Para el año 2003 GESAL pasaría a ser LaGeo S. A. de C. V. “Fue pensada como una empresa mixta dentro del sector eléctrico nacional, orientada a obtener beneficios y resultados de la combinación de capitales estatales y privados, pero sin perder de vista la función social y el rostro humano”⁷

2.3 SITUACION ACTUAL DE LA ENERGIA GEOTERMICA

En la actualidad la preocupación por la contaminación ambiental, el encarecimiento de la energía eléctrica ha hecho necesaria la investigación de

⁷ LaGeo S.A. de C.V. “Historia de la Energía Geotérmica en El Salvador” San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005.

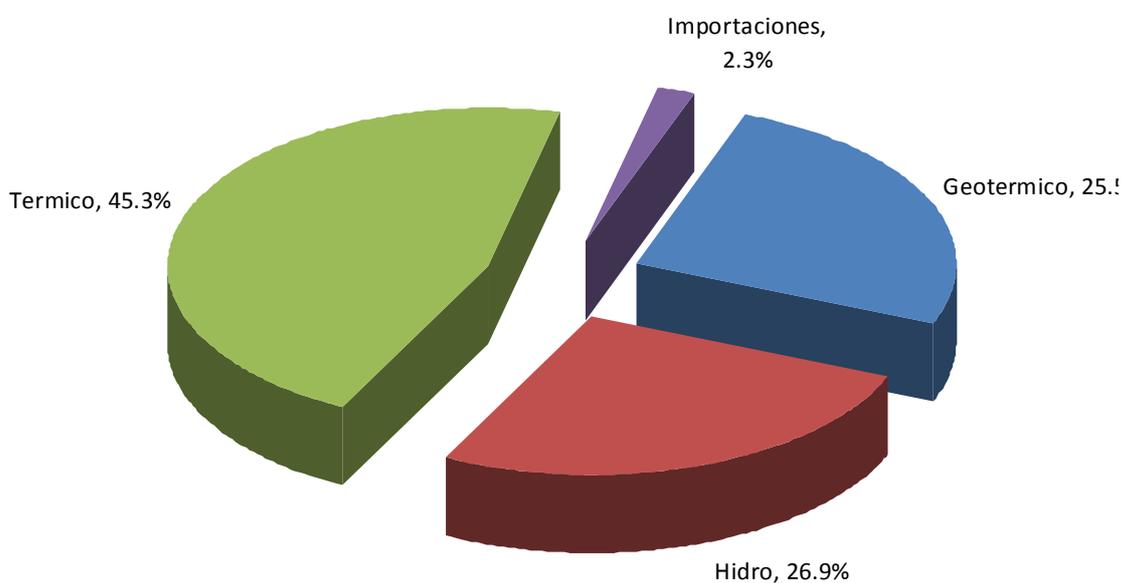
nuevas tecnologías para la generación eléctrica; como lo son las energías renovables y de este modo ampliar la matriz energética de El Salvador.

En el país se realiza la explotación geotérmica desde 1975 y se considera una energía limpia y renovable, por lo que se ha incrementado su investigación y producción, a la fecha produce 204.2MW que cubre el 25% de la demanda nacional.

Para impulsar el desarrollo energético en el país se han creado instituciones que formulan y promueven leyes para el sector energía. La principal institución es el Consejo Nacional de Energía, autoridad rectora y normativa en materia de política energética y coordinadora de las distintas instancias del sector energético.

Dicha política energética fue presentada a inicios del 2011 y contiene las líneas estratégicas a seguir para solventar problemas energéticos, una de estas líneas es la diversificación energética y el fomento a las fuentes renovables de energía.

Grafico 1. Participación de LaGeo en el Mercado Eléctrico de El Salvador 2009⁸



⁸ Rubén Antonio Loy. "Energías Renovables en Centro América y su Contribución a la Mitigación del Cambio Climático" Panamá, marzo 2010.

2.3.1 IMPACTO ECONOMICO

El impacto económico de la energía geotérmica en el país es favorable para la población, pues el costo por KW es menor en comparación al costo de la energía térmica. Pero el problema radica en que los costos de investigación y explotación de los campos son elevados, y muchas veces la inversión se vuelve a riesgo, pues no se tiene certeza de encontrar potencial o que este no sea viable.

Por esta razón el gobierno no quiere invertir en las primeras fases y se hace necesario buscar inversionistas extranjeros o crear convenios con otros países e instituciones interesadas en el estudio de los campos geotérmicos del país.



Fuente: Geothermal Training Program, Iceland, Report 2006

Como lo muestra el gráfico 2 los riesgos en la fase de reconocimiento son elevados, al igual que la inversión económica que ronda el millón de dólares en el lapso de un año. Y el proceso de investigación hasta la puesta en funcionamiento tarda de tres o más años con un costo de hasta 10 millones o más.

Por esta razón la explotación de los campos geotérmicos avanza a menor velocidad, pues se requiere de inversores dispuestos a arriesgarse.

El gobierno ha realizado algunas acciones para impulsar la investigación de energías renovables, una de ellas fue la creación en 2007 de la “Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables” cuyo objeto no es otro que el de promover la realización de inversiones en proyectos a partir del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de los recursos hidráulico, geotérmico, eólico y solar, así como de la biomasa, para la generación de energía eléctrica.

También se incluyó el tema de energías renovables en la nueva política energética, que busca fomentar nuevos proyectos de generación y reducir la dependencia a los derivados del petróleo en la producción energética.

Con estos proyectos se busca reducir el impacto ambiental de la generación térmica y bajar los costos de la energía.

FIJACIÓN DE PRECIOS EN EL MERCADO ENERGÉTICO

En el caso salvadoreño, el mecanismo para fijar el precio futuro de la energía consiste en tomar el promedio de los últimos tres meses, de acuerdo con el Mercado Regulador del Sistema (MRS). El precio, además, se ve influenciado por el tipo de producción de energía durante el período previo que comprende el pliego tarifario. En promedio, en el MRS, el precio de megavatio (1,000 kilovatios) ha sido de US\$152, que equivale a US\$0.152 el kilovatio (el precio al que paga el consumidor).

Para la generación de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) y LaGeo, el precio promedio ha sido de US\$82 el megavatio y de US\$0.082 el kilovatio. Para la generación térmica, que es a base de búnker, un derivado de petróleo, el precio promedio ha sido de US\$217 el megavatio y US\$0.217 el kilovatio.⁹

Lo anterior nos muestra que el costo de la energía geotérmica es mucho menor al de la energía térmica; al incrementar la producción se estaría beneficiando a la población con menor costo de la energía eléctrica.

⁹ María José Saavedra, La Prensa Grafica. “Alza del 13.3% en la Energía desde Mañana” Abril de 2011.

2.3.2 IMPACTO AMBIENTAL

Existen diversos impactos ambientales en la construcción, desarrollo y operación de una planta geotérmica, dentro de los cuales destacan: emisiones gaseosas, posible contaminación de aguas, uso de la tierra, perturbación de flora y fauna, contaminación acústica y visual.

Generalmente las instalaciones se ubican en terrenos accidentados y pocos accesibles, rodeado de áreas verdes con diversidad de flora y fauna; esto debido a que los yacimientos se encuentran en estas zonas.

Indudablemente cualquier cambio físico, hecho por el hombre, en estas regiones ocasiona un impacto, al destruir la flora y causar el desplazamiento de la fauna silvestre.

Los principales problemas que ocasiona la exploración y construcción son el ruido que generan las perforaciones de los pozos exploratorios; La tala de árboles que son el hogar de especies silvestres y a la vez son barreras vivas que evitan la erosión del suelo; las obras de terracería y la creación de caminos para acceder al terreno. Además pueden ocurrir movimientos tectónicos durante el proceso de reinyección, pero eso puede evitarse reduciendo la presión con que ingresa el fluido. Otro de los problemas que puede ocasionar es el impacto visual que tiene cuando el diseño no está en armonía con el entorno.



Foto 1. Vista general de la central geotérmica de Berlín, en etapa de construcción.

Se puede observar la carencia de vegetación y las obras de terracería realizadas.

Uno de los más preocupantes puede ser el uso de gases tóxicos y altamente inflamables; y que puede ocasionar daños a la salud por inhalación.

Ejemplo de ello es la unidad cuatro de Berlín, siendo de ciclo binario utilizan el gas llamado isopentano. Pero en este caso se mantiene un monitoreo constante y se toman las precauciones necesarias en el manejo del gas.

A pesar de todo, hay que mencionar que el impacto que causan los proyectos de geotermia son menores en comparación a las plantas fósiles e hidroeléctricas.

Para mitigar el impacto ambiental que tienen las construcciones se realizan diversas obras, como un plan de monitoreo ambiental en los campos, el cual incluye muestreos físico-químico sobre la calidad del agua y del aire.

También se instaló en el año de 1996 un sistema de telemetría sísmica e hidrometeorología en Berlín para monitorear la actividad sísmica.

Comprometidos con la protección y salvaguarda del medio ambiente se han realizado acciones en conjunto con el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Educación para reforestar 5 manzanas en el campo de Ahuachapán, esto con el fin de mejorar el clima local, reducir la erosión y enriquecer los mantos acuíferos de la zona. Este mismo tipo de acciones se han repetido en la zona de Berlín.

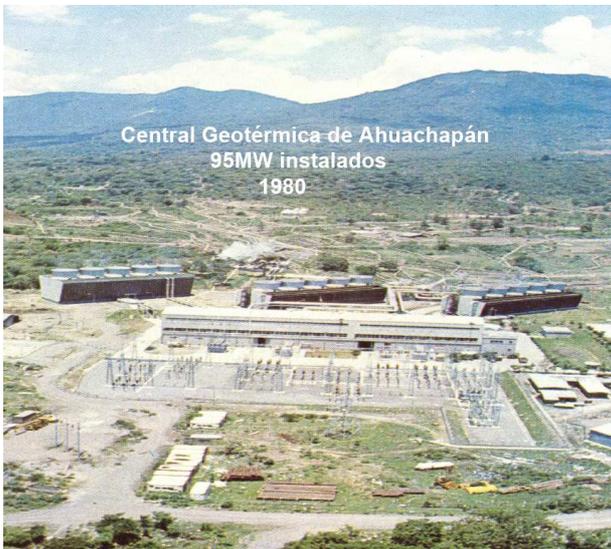


Foto 2. Vista de la planta geotérmica en Ahuachapán, año de 1980.

La zona se observa con poca vegetación, a pesar que su construcción finalizó en 1975. Este es un ejemplo del impacto ambiental y visual.

Pero fue en el año 2000 que la empresa se sometió al proceso de diagnóstico ambiental del MARN, por lo que debieron presentar el estudio de

impacto ambiental de la unidad de Ahuachapán; lo cual dio como resultado que el MARN emitiera el permiso ambiental.

En el caso de Berlín se implementó un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14000; y desde entonces la empresa exige en todo contrato que firma con otras entidades, se incluyan cláusulas de manejo ambiental.

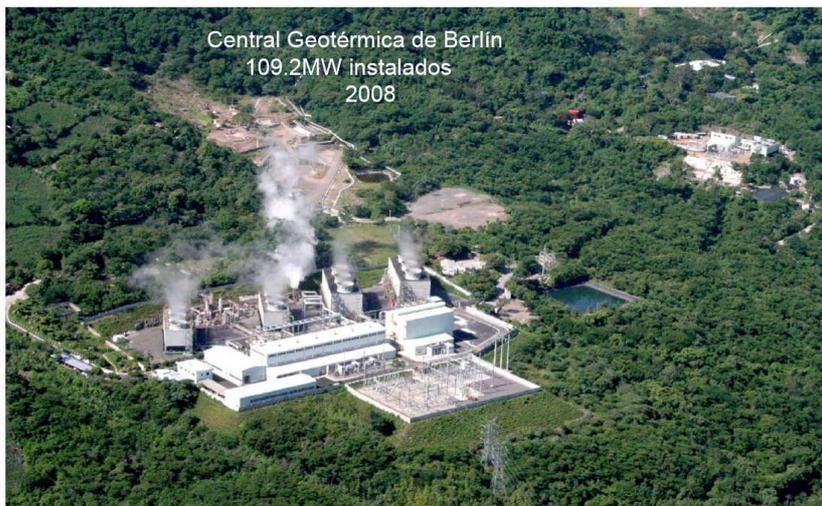


Foto 3. Se pueden apreciar los cambios desde 1998 como se muestra en la Foto 1, hasta 2008. La planta de Berlín totalmente reforestada

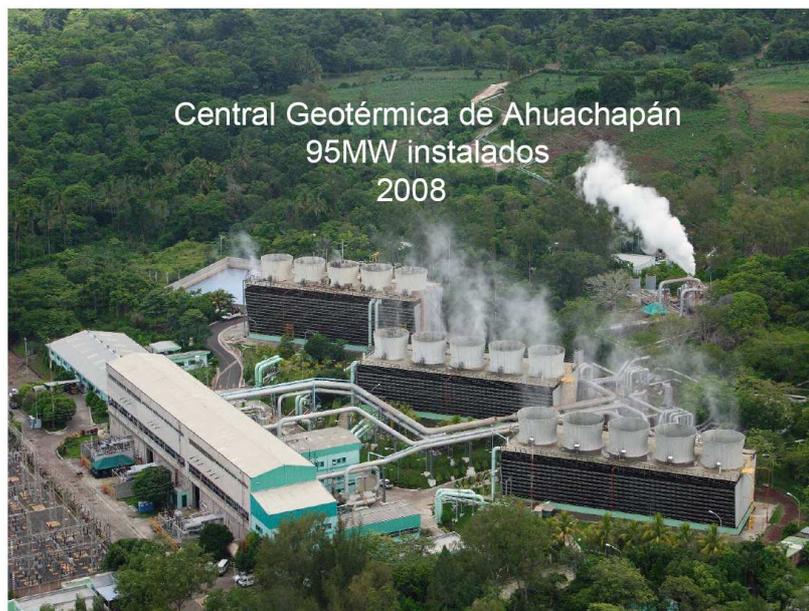


Foto 4. En el caso de Ahuachapán también podemos observar el cambio y el crecimiento que tuvo la central geotérmica en comparación al año de 1980 como muestra la Foto 2

2.3.3 ZONAS DE ESTUDIO

Desde tiempo atrás se tiene conocimiento de la existencia en nuestro país de zonas conocidas como “ausoles”, que no son más que yacimientos de vapor.

Los primeros ausoles en darse a conocer, desde la época de la conquista, fueron los de Ahuachapán, tan famosos por sus vapores medicinales y estudiados por muchos científicos. Pero estos no eran los únicos, luego se fue dando a conocer la existencia de ausoles en, Cuscatlán, Cabañas, San Vicente, Usulután, y la Unión.

El fenómeno que ocurre en estos ausoles se conoce como gradiente geotérmico, que son altas temperaturas que fluyen a través de la corteza terrestre y se manifiesta superficialmente de diferentes formas.



Foto 5 y 6. Vista de los infiernillos o ausoles en el volcán de San Vicente. Fotografía del año 1926, tomada del libro “Historia de la Energía Geotérmica en El Salvador”

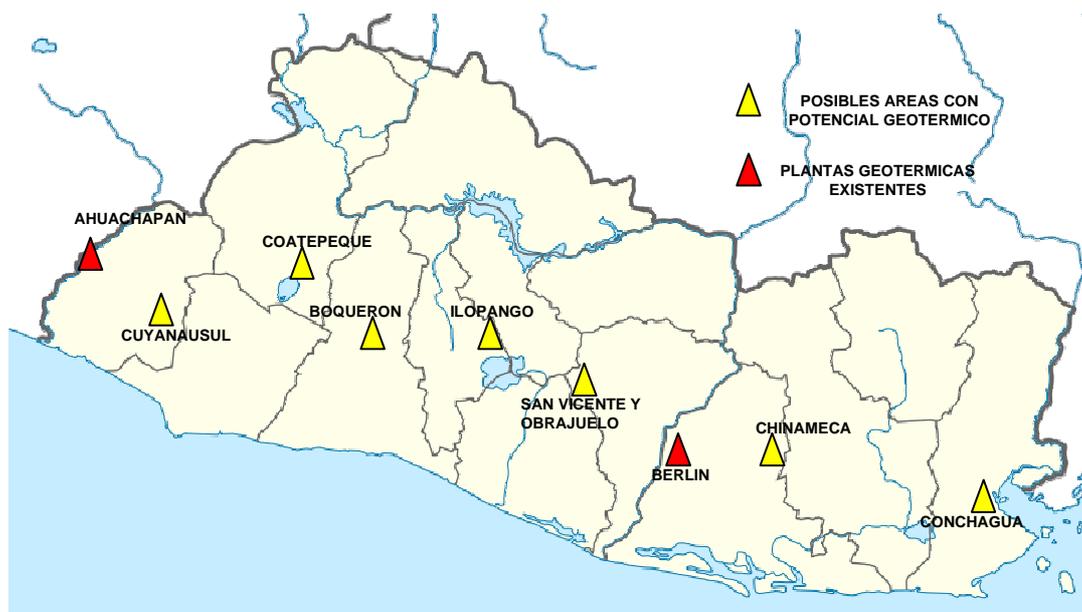
Para el caso de El Salvador, este fenómeno se extiende bajo la cadena volcánica que atraviesa el país, desde la zona de Ahuachapán pasando por Coatepeque, volcán de San Salvador, volcán de San Vicente, volcán Tecapa, Conchagua y otras zonas que presentan manifestaciones hidrotermales como: actividad geovulcanológica, fumarolas, manantiales de agua caliente y otros fenómenos indicadores del potencial geotérmico almacenado en el subsuelo salvadoreño.

Entre las áreas con mayor manifestación geovolcanológicas en el país, están Los Ausoles de Ahuachapán y el Tronador en Alegría Usulután. En Ahuachapán encontramos muchos lugares con manifestaciones hidrotermales como Chipilapa, Cuyanausul, La Labor, Agua Shuca. Las cuales son una clara manifestación de la actividad geotérmica de la zona.

Estas y las demás áreas con potencial geotérmico mencionadas se caracterizan por tener como fuente de calor una cámara magmática poco profunda la cual por presiones de la incandescencia se separa de la masa magmática, se incrusta y queda atrapada en la corteza terrestre, es por esta razón que en estas áreas afectadas a un par de kilómetros de profundidad encontramos temperaturas que oscilan entre 250 y 300 grados centígrados.

El agua lluvia que se filtra a través de la corteza terrestre forma mantos y corrientes de aguas profundas que al entrar en contacto con las altas temperaturas, dan origen a los yacimientos o reservorios de agua y vapor geotérmico, cuya temperatura y presión ofrecen la posibilidad de ser explotados con fines de generación de energía eléctrica.

Mapa 1. Zonas de estudio con potencial geotérmico
El mapa presenta la ubicación de las áreas identificadas con potencial geotérmico y la ubicación de las plantas existentes.



Fuente: Desarrollo de la Energía Geotérmica en El Salvador, LaGeo S.A. de C.V.

2.3.4 PROYECCIONES FUTURAS

Antes de proceder a la explotación de un campo geotérmico es preciso conocer a cabalidad, muchas variables y condiciones, las cuales permitirán asegurar que esa explotación sea técnica y económicamente posible. Para ello, es necesario e imprescindible conocer la profundidad y espesor del yacimiento, la calidad, temperatura y caudal del fluido emanado, la permeabilidad y porosidad de las rocas y la conductividad térmica y capacidad calorífica del reservorio y de las rocas del mismo.

Todo eso se realiza mediante diversos estudios geocientíficos de corte interdisciplinario (mediante la combinación multidisciplinaria de la geología, geoquímica, geohidrología, geofísica, etc.), que incluyen sondeos hechos mediante perforaciones realizadas con maquinaria semejante a la de la explotación petrolera. Todo proyecto de generación eléctrica con base en la geotermia requiere, al menos, cinco fases:

1. *Reconocimiento*. Consiste en la exploración, recolección y análisis de la información existente sobre el potencial geotérmico de una zona geográfica determinada donde se sospecha pueda existir un reservorio.

2. *Prefactibilidad*. Es la etapa de estudio y evaluación de macro áreas para la determinación de sitios de interés para su explotación geotérmica.

3. *Factibilidad*. Es la etapa de evaluación de los resultados obtenidos en las investigaciones geocientíficas. Aquí es donde se formulan las áreas de interés, se diseña el proyecto integral y se analizan sus dimensiones técnicas, económicas y de impacto ambiental.

4. *Desarrollo*. Es la fase de ejecución del proyecto, que consiste en la perforación de pozos geotérmicos exploratorios (o someros), productores y reinyectores, cuyas profundidades oscilan entre los 1000 y 3000 metros. Los pozos se inician mediante perforaciones de entre 26 y 36 pulgadas de diámetro, hasta una profundidad de 160 metros. Después, los diámetros de las perforaciones se estrechan hasta alcanzar su “estilo telescópico” característico, pues entre los 600 y 1600 metros entre 12 y 17 pulgadas, mientras que de 1600 a 3000 ya sólo alcanzan las 8 pulgadas en su tubo de acero con ranuras, diseñado

así para permitir el paso del agua caliente y vapor hacia el interior del pozo. En esta misma etapa se procede con el diseño y construcción del sistema de acarreo de fluidos y de los demás mecanismos que conducen al montaje de la central de generación eléctrica, hasta lograr su puesta en marcha con la totalidad de sus elementos.

5. *Explotación sostenible del recurso.* Aquí se busca producir la energía eléctrica a partir de la administración del recurso geotérmico disponible, de tal forma que su explotación y uso sean sustentables y compatibles con el medio ambiente y con el desarrollo local, regional y nacional.¹⁰

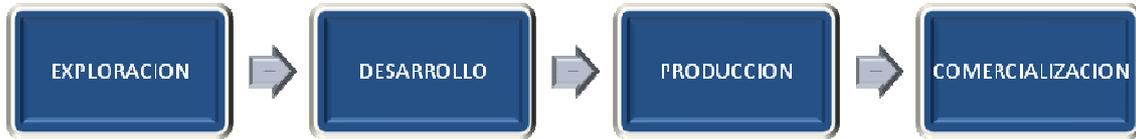
Las etapas antes mencionadas se resumen en el siguiente cuadro, donde se muestran las acciones a realizar y los objetivos que pretende cada etapa.

ETAPAS DEL PROCESO DE EXPLORACION GEOTERMICA				
RECONOCIMIENTO	PREFACTIBILIDAD	FACTIBILIDAD	DESARROLLO	EXPLOTACION
SUP >600 Km2	SUP >50 a 100Km2	SUP >10 a 15 Km2		
ESTUDIOS A REALIZAR				
Geología Geoquímica Geofísica	Geología Geoquímica Hidrogeología Geofísica Pozos someros	Pozos exploratorios Estudios de reservorios	Pozos de explotación Sistemas de conducción Diseño de planta	Funcionamiento de la planta Control de campo
ESTUDIOS A REALIZAR				
Circunscribir las áreas con mejores posibilidades	Determinar el modelo geotérmico preliminar y seleccionar la ubicación	Verificar las características del yacimiento y determinar la conveniencia técnica y económica de su explotación	Crear las condiciones para una correcta explotación del yacimiento	

Fuente: LaGeo S.A. de C.V.

¹⁰ LaGeo S.A. de C.V. "Historia de la Energía Geotérmica en El Salvador" San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005

Grafico 3.
MAPA DE PROCESO DE GENERACION GEOTERMICA



En cuanto a las proyecciones a futuro, se trabaja en dos de las zonas identificadas con potencial geotérmico, estas son San Vicente y Chinameca; también se tiene la proyección hacia Conchagua donde aun se encuentra en estudio. Además se prevé la ampliación del campo geotérmico de Berlín, con la construcción de la unidad cinco.

Mapa 2. Ubicación de proyectos en etapa de perforación de pozos



Fuente: José Antonio Rodríguez, LaGeo S.A. de C.V. "Desarrollo Geotermico en El Salvador"

SAN VICENTE

Concesión adquirida por LaGeo en 2004, con un pozo preexistente (SV-1) perforado en 1979 a una profundidad de 1350m con una temperatura de 250°C ¹¹

Las obras de exploración iniciaron en 2007 y las primeras actividades realizadas fueron la adecuación de calles de acceso y la realización de las obras civiles previas al traslado de los equipos de perforación.



Foto 7. Canaleta para desagüe durante la perforación de pozos

Retomando el pozo preexistente SV-1 que originalmente se perforó vertical, durante las nuevas intervenciones se realizó de forma direccional, este primer pozo fue perforado por CEL como parte de las actividades de exploración en la década de los 70's.



Foto 8. Obras civiles realizadas en San Vicente

Posterior a este se perforaron dos pozos mas (SV-2, SV-3), con el fin de estudiar la dimensión del reservorio y la posible capacidad de generación geotérmica.

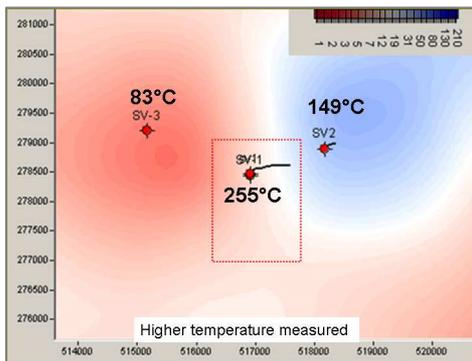


Imagen 2. Fuente: Congreso Internacional de Geotermia, Bali, Indonesia. 2010.

La imagen 2 (izquierda) muestra la ubicación de los pozos perforados en San Vicente y las temperaturas registradas

¹¹ LaGeo S.A. de C.V. José Antonio Rodríguez. "Desarrollo Geotérmico en El Salvador" Octubre 2005

De los tres pozos perforados se obtuvo que: en el SV-1 existen temperaturas de hasta 255°C pero no se obtuvo permeabilidad.

En el SV-2, se tiene una temperatura de 149°C y aunque es baja si se encontró permeabilidad en este punto.

En cuanto al SV-3 la temperatura obtenida fue muy baja, por lo que fue un punto fallido. Por ello se prevé perforar dos pozos mas hacia el sur, buscando delimitar el área del reservorio.

Actualmente San Vicente se encuentra en fase tres.

CHINAMECA

Concesión adquirida en 2004 junto con San Vicente, donde se ubican dos pozos preexistentes (CHI-1, CHI-2). Se iniciaron nuevas intervenciones en el año de 2007, con la realización de nuevos estudios geofísicos. Pero fue en 2010 cuando se perforo el tercer pozo (CHI-3B).



Foto 9. Pozo geotérmico CHI-1 perforado en 1978.



Foto 10. Emanaciones de vapor en el área de La Viejona, Chinameca.

La zona de estudio se ubica un área cercana al Cerro El Pacayal, dicho cerro está situado a 7Km al sur oeste de la ciudad de Chinameca. La posible área del reservorio se estima en 7Km² pero es probable que pueda aumentar a 15Km²

2.4 SITUACION ACTUAL DE LA GEO

LaGeo es una empresa establecida no solo a nivel nacional, sino también, a nivel internacional. Pionera en la producción de energía geotérmica en el país y única en dicho rubro.

La administración de LaGeo es el único referente de sociedades público-privadas en el país, esta conformada por las empresas Inversiones Energéticas (INE) y la compañía energética italiana (ENEL). La primera posee el 64% de las acciones, siendo el socio mayoritario y la segunda posee el 36%.

2.4.1 VISION Y MISION

Su Visión y Misión tienen como propósito el contribuir al desarrollo sostenible del país, y de la región centroamericana, mediante la investigación, industrialización, administración racional y sostenible de recursos energéticos renovables; actividades que realiza basándose en una plataforma de valores, en donde la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente son parte esencial de las operaciones productivas.¹²

VISION

Promover el desarrollo sostenible a través del aprovechamiento y comercialización de recursos energéticos con investigación y aplicación de tecnologías adecuadas a nuestro entorno y en armonía con el medio ambiente. Mejorar de forma integral la calidad de vida de nuestros accionistas, clientes, trabajadores y comunidades vecinas.¹²

MISION

Ser una empresa próspera de aprovechamiento de recursos energéticos, donde impere el trato justo y equitativo entre los integrantes; donde los trabajadores conozcan y aprecien las ciencias y las artes, y dominen la tecnología; donde las instalaciones, el agua y el aire se mantengan limpios, donde se refleje la integridad y el esfuerzo por servir a los demás.¹²

RESPONSABILIDAD SOCIAL

Nuestra responsabilidad social es el conjunto de prácticas y acciones encaminadas hacia el logro del desarrollo sostenible de la empresa y su entorno, bajo la concepción y definición de una mística de trabajo denominada “Vecino Responsable”, involucrando de esta forma elementos de gestión y operación tanto al interno de la empresa; como al externo de la misma.¹²

2.4.2 IMPACTO SOCIAL

LaGeo es una empresa que ha demostrado tener un gran compromiso social con las comunidades cercanas a sus instalaciones, bajo su concepto de “vecino responsable” El contribuir al desarrollo sostenible del país, no solo mediante la investigación y explotación de los recursos renovables; sino también, mediante el desarrollo socioeconómico de las comunidades cercanas a las plantas geotérmicas.

El impacto que esto genera en la sociedad es muy positivo, tanto para la población, como para los gobiernos locales de la zona; no solo realizan proyectos de infraestructura, también generan trabajo, capacitan y educan a la población proporcionándoles herramientas para su desarrollo social y económico.

Mediante sus acciones, la empresa solventa problemas de las comunidades y por ello se califica como positivo el impacto social que tiene. Como resultado contribuyen a mejorar la calidad de vida de los habitantes mediante la implementación de programas y proyectos.

El trabajo social en la empresa comienza en el año de 1996, cuando aun era una gerencia de CEL, esto se dio a raíz de los problemas que se observaban en las comunidades aledañas a las plantas geotérmicas, y siendo algunas de estas comunidades de escasos recursos era más evidente la necesidad de ayudarlos. Pero fue hasta 2005 cuando se crea FUNDA GEO una organización sin fines de lucro cuyo objetivo es apoyar a las comunidades ubicadas en los alrededores de las centrales.

¹² LaGeo www.lageo.com.sv

FUNDA GEO posee 4 líneas de atención que son: Educación, Infraestructura Social Básica, Proyectos productivos y Medio Ambiente. En cada una de sus líneas desarrolla programas y proyectos.

Sus objetivos sociales son:

- Contribuir con los centros escolares en la zona para el desarrollo de habilidades y conocimientos para los estudiantes en el área.
- Capacitar a personas de las comunidades para mejores y mayores oportunidades de empleo.
- Capacitar a maestros y personal de salud para que puedan aplicar sus conocimientos y poder hacer mas productivo su trabajo.

2.4.3 PROYECTOS Y PROGRAMAS

EDUCACION

Se tiene un programa denominado “ventana al mundo” consiste en impartir clases paralelo al año lectivo escolar, en las áreas de informática, ingles y refuerzo escolar, para niños y jóvenes de las comunidades vecinas a la central geotérmica de Berlín.

Durante las vacaciones escolares se imparten cursos de verano, en las disciplinas de natación, música, danza, manualidades, mecánica básica, futbol, ingles y mantenimiento de computadoras; todos orientados a contribuir con la formación de los niños y jóvenes.



Foto 11. Curso de manualidades



Foto 12. Becarios y alfabetización de adultos.

También poseen un programa de becas para estudiantes de bachillerato, son 25 becas y 5 becas para educación superior.



Foto 13. Clases de informática a niños de las comunidades vecinas. Berlín



Foto 14. Curso de mantenimiento de PC

INFRAESTRUCTURA SOCIAL BASICA

Se apoyan proyectos de introducción de agua potable, proyectos de electrificación, accesos a las comunidades, mejora de infraestructura en las escuelas y en salud.

Su método de trabajo es mediante convenios o cartas de entendimiento; así la empresa solo aporta un porcentaje del monto total de los proyectos, la municipalidad u otro organismo aportan el resto. El área de trabajo para estos proyectos se limita a las comunidades aledañas y el área urbana de Alegría, Berlín, y Mercedes Umaña.

Actualmente se tiene un convenio con el ministerio de educación para trabajar en el área de prevención de violencia.



Foto 15. Construcción de tanque de captación de agua, Ahuachapán.



Foto 16. Proyecto de electrificación comunitaria, Alegría-Berlín.



Foto 17. Infraestructura Comunitaria
Construcción de dispensario medico.



Foto 18. Infraestructura Comunitaria
Construcción de calles en Alegría-Berlín.

MEDIO AMBIENTE

Se trabaja con un programa de capacitación ambiental en las escuelas (actualmente trabajan con 15 escuelas) Dicho programa consiste en dar educación ambiental para el manejo de los desechos sólidos y con el material orgánico se elaboran composteras.

También existe un proyecto sobre huertos, donde se motiva a los centros escolares a elaborar estos huertos y utilizar el material orgánico del compostaje; de esa manera se educa a los estudiantes sobre los beneficios de las hortalizas, como se siembran y a la vez favorecer a la dieta alimenticia de los alumnos.

PROYECTOS PRODUCTIVOS

En esta línea de acción se trabaja directamente con agricultores, apoyándolos para que generen mayores ingresos en sus cosechas. Existe un programa de “recuperación de tierras” esto consiste en asignarle una parcela de 4 tareas a cada agricultor que solicite formar parte del programa, así se les facilita la tierra y ellos solo compran la semilla y el fertilizante. Otro de los proyectos que impulsan es el facilitar tierras para desarrollar viveros.

Una de los beneficios que brindan las plantas geotérmicas a las comunidades aledañas es el abastecimiento de agua proveniente de las torres de enfriamiento para el riego de granjas de hortalizas, granjas de cerdos o riego de áreas verdes.

Otro de los proyectos que se desarrollan es el manejo de fincas mediante las cuales se brinda trabajo y con las ganancias de las cosechas se genera un ingreso para la empresa.

Existen dos proyectos más que se impulsan, el deshidratado de frutas mediante el vapor geotérmico; y la crianza de tilapia. En el segundo mencionado, se aprovechan las piletas resultantes de las perforaciones y que posteriormente pueden ser utilizadas para la crianza de tilapia.

Imágenes de los proyectos productivos que desarrolla FUNDAGEO



Foto. 19 Crianza de tilapia



Foto 20. Deshidratado de frutas



Foto 21. Siembra de los agricultores en la zona de Berlín.



Foto 22. Siembra de los agricultores en la zona de Berlín.

2.5 PLANTAS GEOTERMICAS EN EL SALVADOR

En nuestro país LaGeo cuenta con dos plantas geotérmicas en funcionamiento, mediante las cuales se producen 205 MW de energía eléctrica, la cual ingresa al sistema eléctrico nacional.

El aprovechamiento de la energía geotérmica está constituido por tres procesos principales, estos son: la extracción del fluido geotérmico del reservorio, la separación y transporte de fluidos en superficie y la conversión de la energía geotérmica a energía eléctrica. El primero se realiza en el área que se conoce como Campo Geotérmico; el segundo se lleva a cabo una parte en el Campo y otras dentro del sitio que se denomina como la Planta Geotérmica; y el tercer proceso se realiza dentro de esta última.¹³

2.5.1 EL PROCESO DE EXTRACCION Y SUS COMPONENTES

El proceso consiste en la extracción de una mezcla bifásica y gases incondensables desde el reservorio, a altas temperaturas (160°C – 225°C) y con una presión de hasta 5-20 Kg/cm². Esto se realiza mediante perforaciones en determinados puntos de los campos geotérmicos, para ello se realizan estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos para determinar la ubicación y el área del reservorio. Para realizar dicho proceso se necesita una serie de componentes que a continuación describiremos.¹⁴

POZO GEOTERMICO

Es la estructura física que sirve para canalizar el fluido geotérmico desde del reservorio hasta la superficie. Se constituye por:

Parte externa (superficie), se instalan un conjunto de válvulas con el propósito de controlar en forma segura la extracción de fluidos.¹⁴

¹³ <http://www.lageo.com.sv/esa.html>

¹⁴ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.



Foto 23. Parte externa de un pozo geotérmico ubicado en la central de Ahuachapán.

Parte interna (sub suelo), está constituida por tuberías de acero al carbono de diferentes diámetros ancladas en la formación y revestidas con cemento de alta resistencia.

La estructura esta diseñada para soportar las condiciones de presión y temperatura del fluido geotérmico y de la formación rocosa

PLATAFORMAS

Es el área física donde se realizan las perforaciones geotérmicas, su dimensión es de 0.90x0.60m² cada una. Al contorno se construye un sistema de canalización de aguas lluvias para proteger el suelo. A un costado de la plataforma en la parte baja de la pendiente, se construyen estanques de 800 a 2000 m³ impermeabilizados con capas de arcilla o con suelo cemento y estructo-malla, estos con el fin de disponer de los líquidos vertidos durante la fase de perforación o prueba de pozos.



Foto 24. Vista de la plataforma con perforación de un pozo geotérmico.



Foto 25. Tanque de fluidos residuales

SEPARADOR CICLONICO

Está compuesto de un cilindro vertical cerrado con una capacidad de manejo de fluidos de 97.2m^3 en el interior del mismo se tiene instalado un tubo central con diámetros que varían entre 61-66 cm. El material de construcción del equipo es de acero al carbono.

El funcionamiento consiste en separar el vapor de la mezcla bifásica, que entra en forma tangencial por la parte media del equipo y por efecto centrífugo y diferencia de densidades, el vapor asciende e ingresa al tubo central por la parte superior y sale por la base hacia la línea de vapor.

El agua descende se aloja en la parte inferior del separador y sale por la parte media inferior hacia un tanque de menor tamaño y luego hacia la línea de acarreo de agua separada.¹⁵



Foto 26. Separador Ciclónico

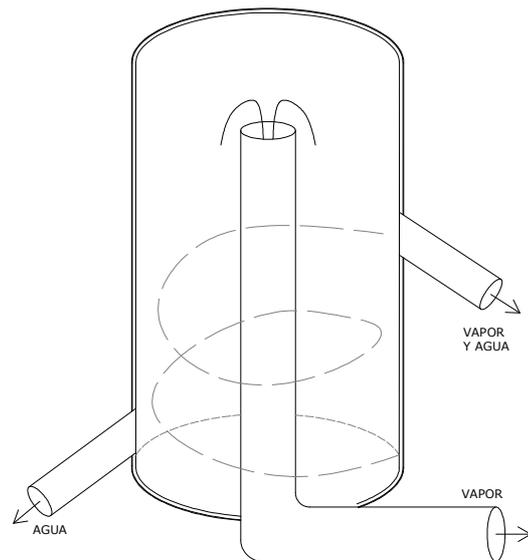


Imagen 3. Esquema de funcionamiento de un separador

En la imagen se muestra como el vapor sube e ingresa al ducto ubicado en el centro del separador, mientras que el agua que baja por las paredes sale por la parte inferior.

¹⁵ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.

SILENCIADOR ATMOSFERICO

Es un equipo auxiliar utilizado durante la ejecución de programas de monitoreo de la producción de un pozo o de limpieza de los mismos, para lo cual hay necesidad de abrir el pozo y descargar el fluido hacia la atmosfera, está diseñado para reducir el ruido de la descarga geotérmica.

La estructura está compuesta por dos cilindros metálicos o de concreto unidos y abiertos en su parte superior, con un diámetro externo de 1.83m y una altura de 4.80m, con paredes de espesor de 0.25m. La entrada del fluido se realiza de forma tangencial lo cual permite que la fase líquida se adhiera a las paredes por efecto de la fuerza centrífuga y baje por gravedad hacia un canal vertedor. El vapor por ser menos denso que el agua asciende por la parte superior del cilindro hacia la atmosfera.¹⁶

TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA SEPARADA

La fase líquida separada es transportada por un sistema de tuberías de acero al carbón, diseñados bajo norma ASTM para soportar elevadas condiciones de temperatura y presión. El diámetro es de 12 pulgadas y están revestidos con silicato de calcio y lámina galvanizada.

El agua residual proveniente del separador puede ser reinyectada a los pozos o transportada a los evaporadores (flasher). En la línea de acarreo de agua se instalan drenajes para evacuar el aire y agua fría residual.¹⁶

EVAPORADORES O FLASHER

Su nombre se debe al su principio de funcionamiento, el cual consiste en aprovechar las características termodinámicas del agua separada y provocar flasheo o evaporación en forma



Foto 27. Imagen de un flasher

¹⁶ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.

súbita, por la diferencia de presión del agua a la entrada del equipo y la presión de trabajo del mismo, el vapor producido se denomina de baja presión y corresponde a un 10% de la masa total del agua que ingresa. El agua resultante se deriva directamente a la línea de reinyección.

Los flasher están constituidos por cilindros metálicos de 145.2m³ de capacidad, colocados en posición horizontal e insulados con cubierta de fibra de vidrio con cemento refractario y lamina de aluminio.¹⁷

TUBERIAS DE CONDUCCION DE VAPOR

El vapor obtenido en el separador ciclónico, es transportado hacia los colectores ubicados dentro de las instalaciones de la planta geotérmica, por medio de tuberías de acero al carbono de 12 a 20 pulgadas de diámetro y revestidas con capas de silicato de calcio y lamina galvanizada.



Foto 28. Tubería de conducción de vapor

Aunque las tuberías están revestidas con aislamiento térmico, siempre ocurre cierto grado de enfriamiento que produce condensado, el cual debe drenarse para evitar daños en la turbina. Para evacuar el condensado se instalan trampas en la línea de vapor.

COLECTORES DE VAPOR

Están diseñados para coleccionar el vapor proveniente de las líneas de acarreo de cada pozo. Son cilindros



Foto 29. Sistema de colectores de vapor

horizontales cerrados de 2.70m de diámetro, 9.40 de largo y con capacidad de 53.8m³. El tipo de vapor que recibe se denomina de media presión (116kg/s a 5Kg/cm²) Existe otro tipo de colectores con dimensiones de 4.20m de diámetro y 9.60 de largo, con capacidad de 133m³. Estos reciben vapor de baja presión.

SILENCIADOR DEL COLECTOR DE VAPOR

Cada colector posee un silenciador, fabricado en acero al carbono, compuesto por un cilindro de 2.0m de diámetro y 5.0m de alto. Este equipo se utiliza para descargar y disipar el ruido provocado por el vapor geotérmico a la atmosfera, la cual podría darse por un desperfecto en la turbina y se necesite interrumpir el paso de vapor a la misma, y entonces se descarga al silenciador antes que entre a la turbina. El uso de estos equipos es eventual y únicamente en casos extraordinarios.¹⁷

SEPARADOR DE HUMEDAD

El fluido proveniente de los colectores se conduce por una tubería de acero al carbono de 36 pulgadas de diámetro a los separadores de humedad. La función de este equipo es de separar la humedad que aun se encuentra presente en el vapor para efecto que el vapor que entra a la turbina sea lo mas seco posible. El diseño de los separadores de humedad está conformado por cilindros horizontales cerrados, de un diámetro de 7.3m y un largo de 6.8m, con capacidad de flujo de 65.55Kg/s.¹⁷



Foto 30. Vista del separador de humedad en la central de Berlín

¹⁷ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.

2.5.2 CONVERSION DE LA ENERGIA

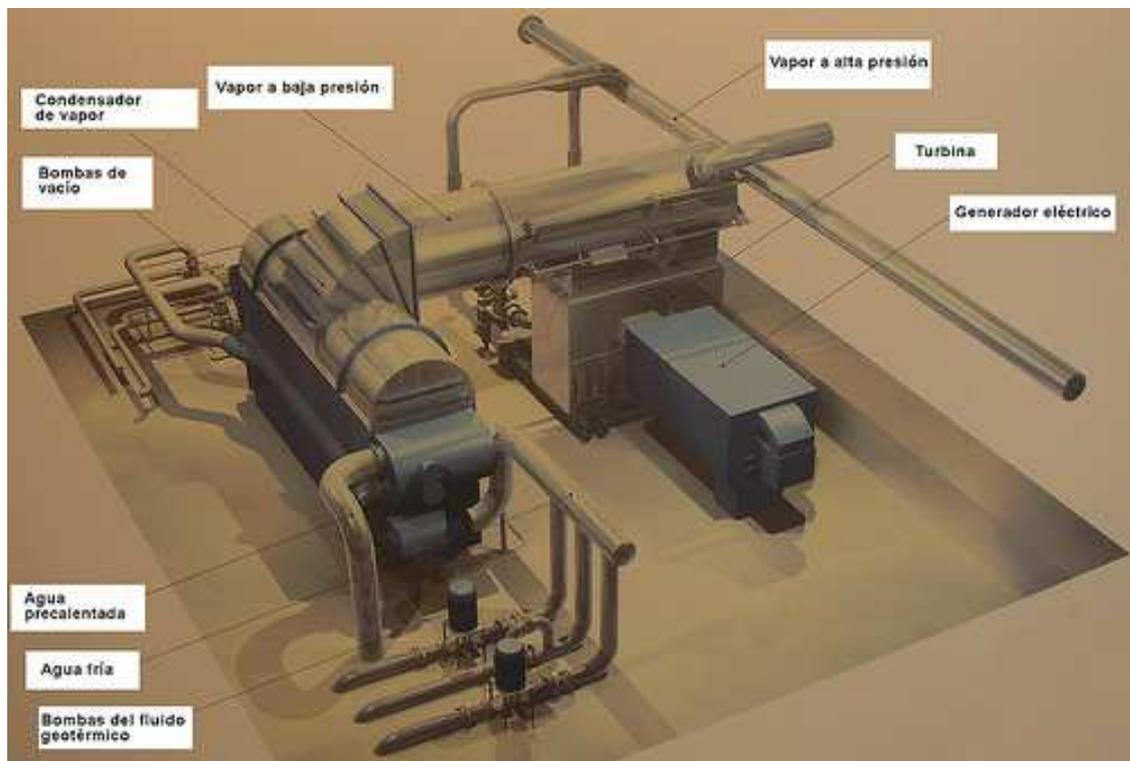
El proceso para convertir la energía geotérmica en energía eléctrica ocurre dentro de la planta y mediante el uso de equipos auxiliares como: eyectores, condensadores, turbinas, generadores, etc. A continuación se describirá cada uno de los elementos internos de una planta geotérmica y su funcionamiento.

UNIDAD GENERADORA

Las unidades generadoras o turbogeneradores de energía eléctrica están constituidos por turbinas y los generadores. La turbina no es más que una máquina térmica constituida por su eje central y ruedas de alabes que rotan por efecto de la presión del vapor y generando energía mecánica en el eje.

El generador es el equipo donde la energía mecánica producida en las turbinas es aprovechada dentro de un campo magnético y transformada en energía eléctrica.¹⁸

Imagen 4. Unidad generadora y sus componentes



¹⁸ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.

TRANSFORMADOR

Cada unidad posee un set de transformadores que son utilizados para el servicio propio de las unidades. Estos reducen el voltaje obtenido de los generadores de 13,800 a 4,160 voltios. Existen también los transformadores AT, que sirven para transformar el voltaje de 4,160 a 4,800 voltios, que es utilizado en las líneas de consumo propio.

Por ultimo se tienen los transformadores de maquina, que son utilizados para transformar el voltaje de salida de los generadores hacia el voltaje de la red nacional, es decir de 13,800 a 115,00 voltios.²²



Foto 31. Vista de un transformador en funcionamiento.

SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES EYECTORES

Los eyectores son cilindros cerrados de acero inoxidable. Colocados verticalmente y cuyo diámetro es de 0.80m y 2.85m de altura. Están diseñados para extraer los gases incondensables del condensador y descargarlos a la atmosfera. A la vez tienen la función de mejorar las condiciones de vacio para incrementar la eficiencia de la turbina.¹⁹

LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.
¹⁹ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.

CONDENSADOR

El vapor que sale de la turbina es derivado en un solo paso al condensador. En este equipo se realiza el cambio de fase de vapor a líquido, por efecto de enfriamiento al entrar el fluido en contacto directo con agua a 20°C, que se inyecta en forma de rocío a través de unas boquillas.²⁰

POZO DE ALMACENAMIENTO DE CONDENSADOS

El vapor condensado se deriva a un estanque de concreto llamado pozo de bombas, el cual tiene una profundidad de 14m y una base de 64m². Cada pozo posee dos bombas de agua de circulación.²⁰



Foto 32. Pozo de condensados

TORRE DE ENFRIAMIENTO

Las aguas de condensado provenientes del pozo de bombas a una temperatura de 40°C son conducidas a la torre de enfriamiento, en la cual el agua cae desde una altura de 17m hacia un sistema de cascada y a su vez es enfriada con ventiladores mecánicos; el agua alcanza una temperatura de 20°C y luego es enviada por gravedad de nuevo al condensador para repetir el ciclo.²⁰



Foto 33. Torres de enfriamiento en Ahuachapán.

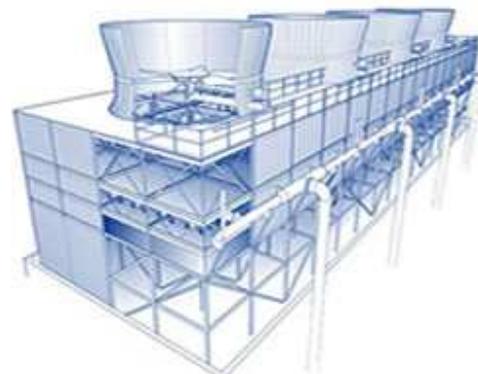
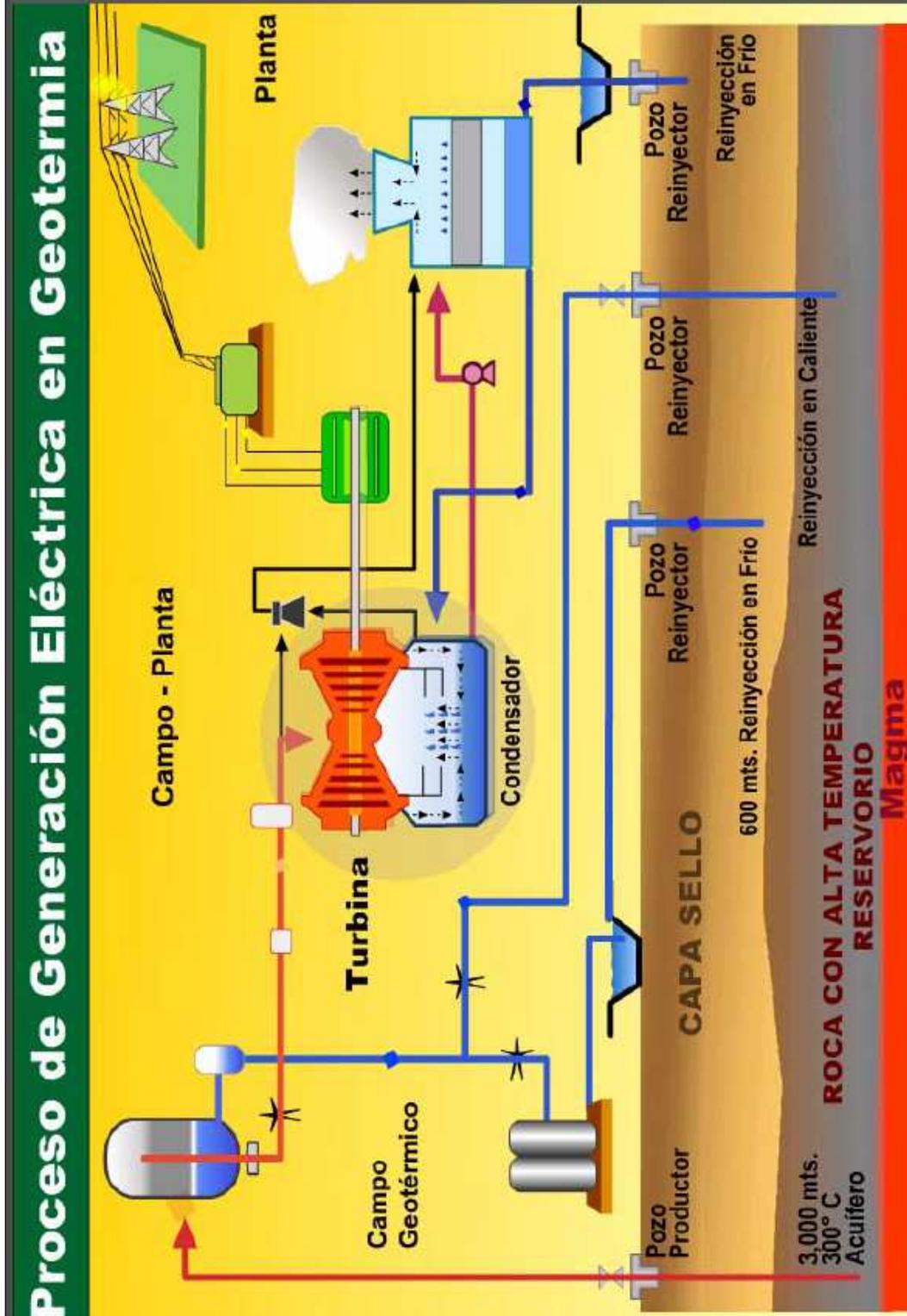


Imagen 5. Isométrico de una torre de enfriamiento.

²⁰ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.

2.5.3 PROCESO GENERAL DE FUNCIONAMIENTO

Imagen 6. Esquema del Funcionamiento de las Plantas Geotérmicas.



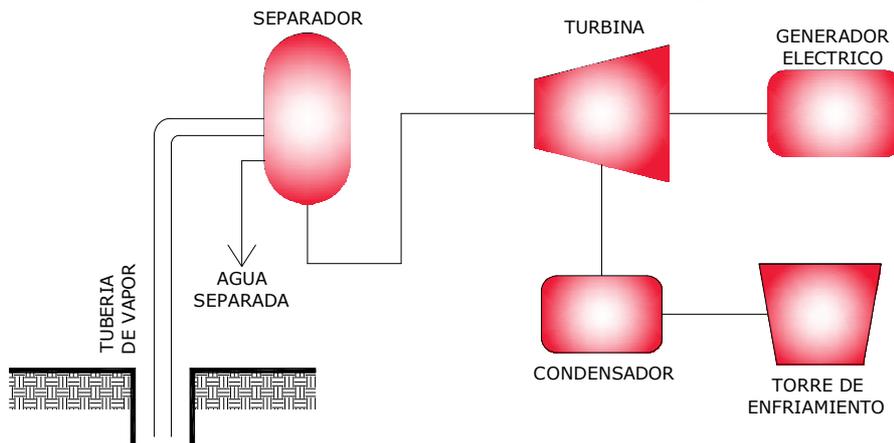
Fuente: Ana Silvia de Arevalo, Coordinadora ambiental, LaGeo S.A. de C.V. "Aspectos Ambientales del Desarrollo Geotérmico"

2.5.4 TIPOS DE PLANTAS

Existen dos tipos de plantas geotérmicas operando en nuestro país, las primeras unidades son a condensación y la última desarrollada es de ciclo binario.

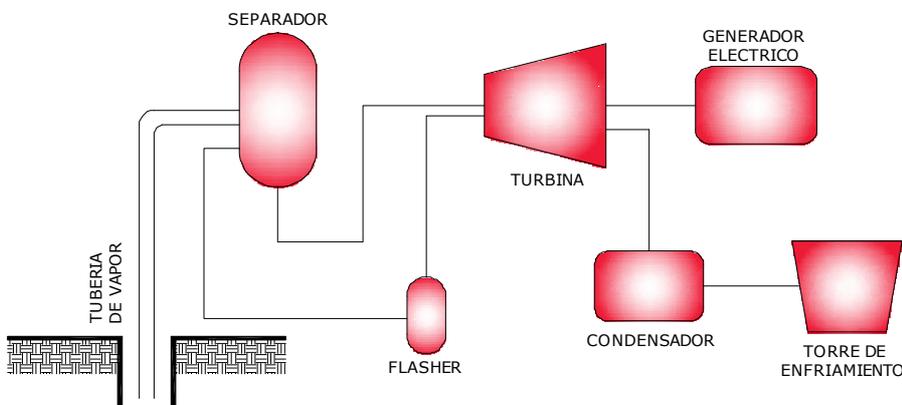
El proceso de funcionamiento de las plantas a condensación consiste en la extracción de una mezcla de agua-vapor proveniente del subsuelo, luego se separa el agua para ser reinyectada al reservorio en caliente; el vapor es transportado por tuberías hacia la central geotérmica donde hace rotar la turbina y luego pasa por el generador y se convierte en energía eléctrica. El vapor residual proveniente de la turbina es condensado y transportado hacia la torre de enfriamiento.

Imagen 7. Esquema simplificado del funcionamiento de la planta geotérmica a condensación



Fuente: LaGeo S.A. de C.V.

Imagen 8. Esquema de funcionamiento de la planta geotérmica a condensación con flasher



Fuente: LaGeo S.A. de C.V.

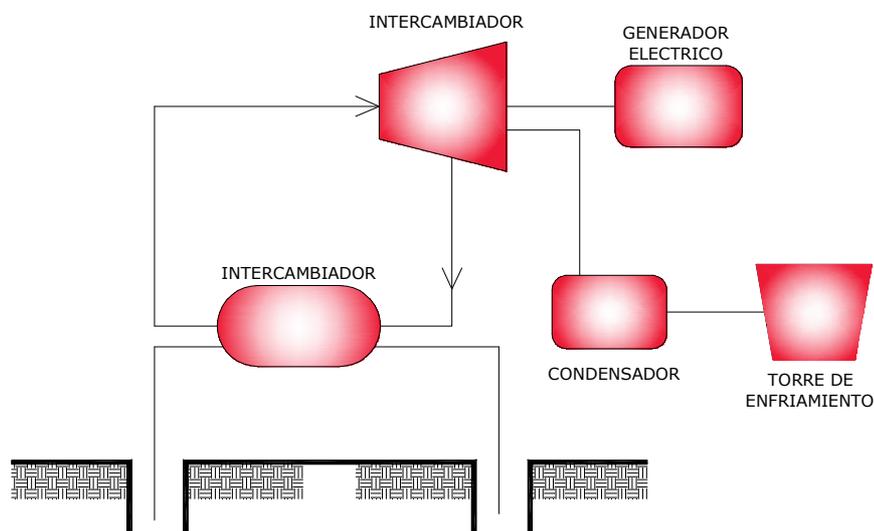
En el caso de las plantas de ciclo binario, esta basada en un intercambiador de calor en donde se efectúa la transferencia del calor del agua de reinyección hacia el fluido de trabajo. La salmuera pasa por el intercambiador de calor y evapora el fluido de trabajo, el cual es llevado hasta la turbina donde es expandido, convirtiéndose la energía térmica en mecánica. La turbina se encuentra acoplada a un generador, el cual produce la energía eléctrica.

En este caso se utiliza el gas isopentano como intercambiador de calor, es transportado por una tubería y junto a ella pasa la tubería de agua caliente residual, esta transfiere el calor sin llegar a juntarse.

La capacidad de generación del ciclo binario es menor que la generación a condensación, pero se aprovecha el calor residual y actualmente se obtienen 9.2MW de la unidad IV en la planta geotérmica de Berlín.

A diferencia de las plantas a condensación la turbina utilizada gira el doble de revoluciones por minuto.

Imagen 9. Modelo Conceptual del Ciclo Binario



Fuente: LaGeo S.A. de C.V.

2.5.5 INSTALACIONES EXISTENTES

El Salvador cuenta con dos centrales geotérmicas: la primera fue puesta en funcionamiento en el año 1975, en el departamento de Ahuachapán; Y la segunda comenzó a funcionar en 1999 en Berlín, Usulután.

CAMPO GEOTERMICO DE AHUACHAPAN

UBICACION.

La Central Geotérmica se encuentra ubicada a 103 kms. al occidente de la ciudad capital, en el sector norte de la cordillera de Apaneca, en el lugar conocido como Cantón Santa Rosa Acacalco del Municipio y Departamento de Ahuachapán, e incluye la zona que actualmente está en explotación y la zona de Chipilapa en donde se reinyecta el agua residual. Las elevaciones promedio del campo geotérmico oscilan entre los 700 a 950 msnm.²¹



Imagen 10.
Departamento de Ahuachapán

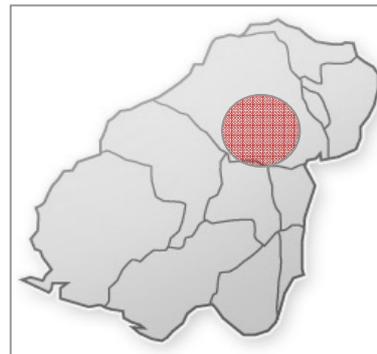


Imagen 11. Municipio de Ahuachapán, Cantón Santa Rosa Acacalco

HISTORIA.

La investigación del potencial geotérmico en la zona de Ahuachapán inició en 1960, tras años de estudios y con la perforación de los primeros pozos, se llevó a la conclusión que era factible la construcción de la primera planta geotérmica en el país, y fue así que, en 1975 se puso en funcionamiento la primera unidad generadora con una capacidad de 30 MW.

²¹ <http://www.lageo.com.sv/esa.html>

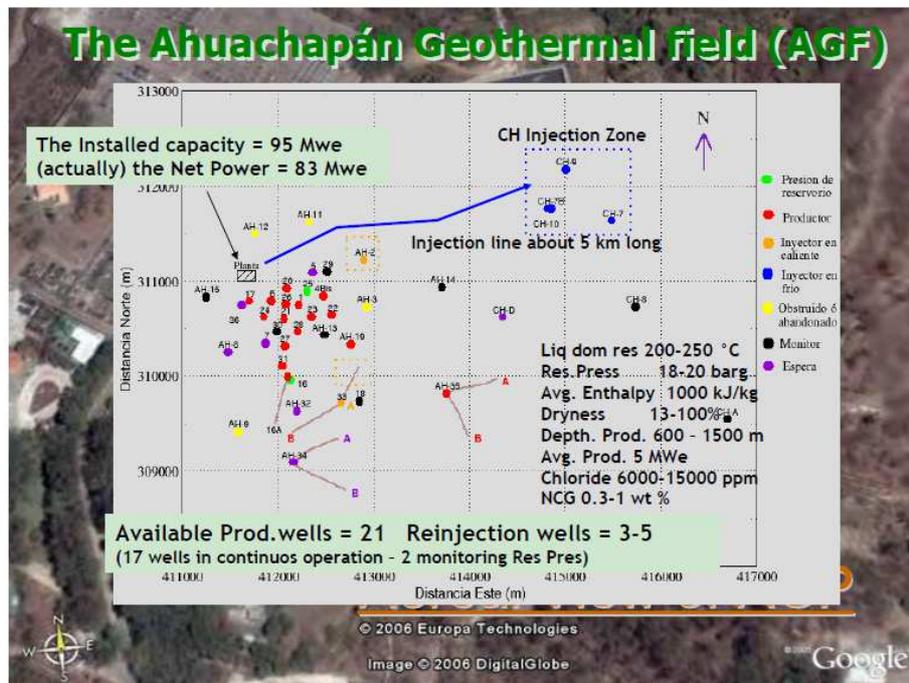
El primer pozo perforado fue el AH-1 en 1968 con una profundidad de 1.195 metros, y debido a su enorme potencial, se realizó una masiva campaña de perforación durante la década de 1970 con un total de 29 pozos; posteriormente en la década de los 80' siguieron las perforaciones en áreas de Chipilapa. De los pozos perforados en aquella época algunos fueron abandonados por carecer de potencial y otros se mantienen como pozos de exploración.²²

En total se han perforado 50 pozos aunque solo algunos están conectados a la planta geotérmica.

DESCRIPCION.

En el campo geotérmico se han perforado mas de 56 pozos, pero no todos están en funcionamiento, actualmente se cuenta con 17 pozos productores, de 3-5 reinyectores y 2 de monitoreo. Las profundidades de dichos pozos oscilan entre los 600 y 1500m. También se han construido 40 plataformas en un área de 4Km².

Imagen 12. Distribución de pozos en el campo geotérmico de Ahuachapán.



²² LaGeo S.A. de C.V. Rodríguez y Monterrosa "Development at Ahuachapán and Berlín" Diciembre de 2007

Posee 3 unidades generadoras de energía eléctrica, la primera con una capacidad de 30 KW que inició sus funciones en 1975, la segunda unidad con capacidad de 30 MW comenzó a funcionar en 1976; y la tercera unidad con capacidad de 35MW entro en funcionamiento en 1981. Con ello la capacidad total instalada en el campo hasta el día de hoy es de 95KW.

Para cada unidad existe un transformador denominados UT1, UT2, y UT3; también posee una torre de enfriamiento por unidad.

La central geotérmica de Ahuachapán posee un esquema de funcionamiento con evaporador flasher como se mostro en la imagen 8



Foto 34. Vista aérea de las instalaciones en Ahuachapán.

Además de los componentes de la planta (Transformador, condensador, eyectores, pozo de bombas, torre de enfriamiento), se cuenta con instalaciones complementarias como: Almacén, Oficinas, taller mecánico, taller eléctrico, sub estación y zona recreativa.

CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN

UBICACION.

La Central Geotérmica de Berlín se ubica a 112 kms. al este de San Salvador, en el lugar conocido como Cantón Montañita del municipio de Alegría y departamento de Usulután, tiene una extensión de 42 km², incluye la actual zona de explotación y reinyección. La zona sur tiene la posibilidad de ampliar la zona de producción y se está trabajando en su desarrollo.



Imagen 13
Departamento de Usulután

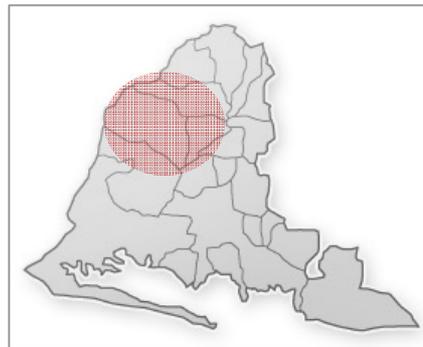


Imagen 14
Municipio de Berlín

Historia

La exploración en el campo de Berlín inició en 1965, con la perforación del pozo TR1 a una profundidad de 1500m, pero al obtener baja presión de vapor, se concentraron los esfuerzos en el campo de Ahuachapán. Durante el periodo de 1975 a 1981 se perforaron 4 pozos más en la zona de Berlín (TR2, TR3, TR4, TR5) Pero el desarrollo de la zona se detuvo a causa de la guerra civil que afectó desde 1980 a 1992.

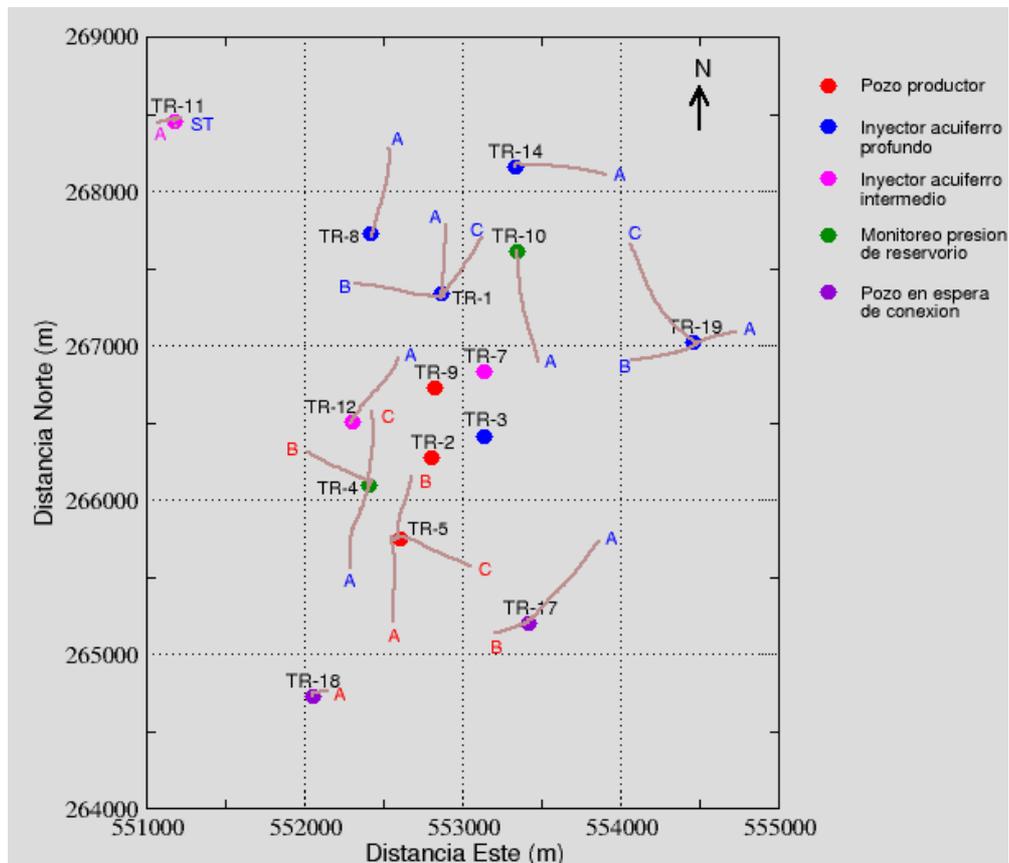
En 1992 se retomaron las exploraciones en el campo geotérmico con la instalación de 2 unidades boca pozo que generaban 10MW. Pero en 1999 se pone en funcionamiento la planta geotérmica de Berlín con una capacidad de 66MW.

DESCRIPCION.

El campo geotérmico actualmente se tienen 39 pozos, de los cuales 14 son productores, 19 reinyectores y 6 fueron abandonados.²³

La dimensión del reservorio en la zona es entre 10 a 13 Km y el potencial en el área es tanto, que ya se prevé la construcción de una nueva unidad generadora (Unidad V).

Imagen 15. Distribución de Pozos en Campo Geotérmico de Berlín



Fuente: Rodríguez y Monterrosa. Reporte 2007

La capacidad instalada es de 104MW, cuenta con 4 unidades generadoras, la primera y segunda con una capacidad de 28MW cada una, la tercera con capacidad de 44MW y la cuarta de ciclo binario genera 9.2MW.

El esquema de funcionamiento en Berlín es como se mostró en la imagen 7.

²³ LaGeo S.A. de C.V. Rodríguez y Monterrosa. "Development at Ahuachapán and Berlin" Report 2007

GLOSARIO

Acido bórico:

También conocido como ácido trioxobórico (III) es un compuesto químico, ligeramente ácido. Es usado como antiséptico, insecticida, retardante de la llama y precursor de otros compuestos químicos. Es usado también como agente tampón para regulación del pH.²⁴

Ausoles: Fuente Termal.²⁵

Biomasa:

Es la materia orgánica no fosilizada, de origen vegetal o animal, producida durante un proceso biológico, espontaneo o provocado la cual puede usarse como fuente de energía.

f. *Biol.* Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Cámara magmática:

Es un gran repositorio subterráneo de roca fundida, llamada magma. Dentro de la cámara, el magma se encuentra a gran presión, y con el tiempo puede llegar a fracturar la roca que lo envuelve.

Ciclo binario:

Es un sistema por medio del cual se transfiere calor desde un fluido de mayor temperatura a otro de menor temperatura, con el fin de evaporarlo y generar electricidad mediante el uso de un sistema turbina-generator.²⁶

Compostera:

La composta es el proceso de la descomposición de Los desperdicios orgánicos en el cual, la materia vegetal y animal se transforman en abono.²⁷

Conductividad térmica:

Es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor

Corteza Terrestre:

La corteza terrestre es la capa rocosa externa de la Tierra. Es comparativamente fina, con un espesor que varía de 7 km

²⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Ácido_Bórico

²⁵ Plan Especial de Protección del Medio Físico y Natural y Catálogo de Espacios Naturales / [http://vmvdu.mop.gob.sv/website/documentos/Nacional/Textos/Áreas Naturales/AUSOLES DE AHUACHAPÁN_TXT.pdf](http://vmvdu.mop.gob.sv/website/documentos/Nacional/Textos/Áreas_Naturales/AUSOLES_DE_AHUACHAPÁN_TXT.pdf)

²⁶ <http://www.lageo.com.sv/proyecto03.php> ,Proyecto Ciclo Binario Por: *Juan Pérez Flores*

²⁷ Conservación de los Ecosistemas Costeros Críticos, Programa de Manejo Integrado de Recursos Costeros, 2001 Mexico.

Desarrollo sostenible:

Es el desarrollo que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

Emisión Gaseosa:

Son descargas de gases hacia el exterior, que podrán ser ó no contaminantes.

Endógenos:

adj. Que se origina o nace en el interior, como la célula que se forma dentro de otra.

Energía Eólica:

Es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

Energía Geotérmica:

La energía calorífica que la tierra transmite desde sus capas internas hacia la parte más externa de la corteza terrestre.²⁸

Energía Hidroeléctrica:

Es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías Cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua o mareas.²⁹

Energía Renovable:

Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.³⁰

Erosión:

f. Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.

Evaporador instantáneo (flasher) :

Está formado por un tanque de evaporación instantánea, bomba de alimentación de materiales de hermeticidad doble, condensador, bomba de agua condensada, bomba de vacío y control eléctrico, en el cual lo que logra una alta eficacia de evaporación y aumenta el secamiento de líquidos.³¹

Factibilidad: f. Cualidad o condición de factible.

²⁸ La energía geotérmica , El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Ministerio de Industria de España .

²⁹ http://cinetica.biz/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=10&Itemid=12

³⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_renovable

³¹ http://www.sterilizer.es/3_flash_evaporation_1.html

Fumarola: (Del it. *fumarola*).

1. f. Emisión de gases y vapores procedentes de un conducto volcánico o de un flujo de lava.
2. f. Grieta de la tierra por donde salen gases sulfurosos o vapores de agua cargados de algunas otras sustancias.

Geotermia:

Conjunto de los fenómenos térmicos internos del globo terrestre.

Impacto Ambiental:

El efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos.

Isopentano:

Gas comprimido, inflamable, asfixiante simple.³²

Salmuera:

Es agua con una alta concentración de sal disuelta (NaCl)

Magma:

m. *Geol.* Masa ígnea en fusión existente en el interior de la Tierra, que se consolida por enfriamiento.

Magnesio:

Metal muy abundante en la corteza terrestre, se encuentra en la magnesita, el talco, la serpentina y, en forma de cloruro, en el agua de mar, y entra en la composición de sustancias importantes en los vegetales, como las clorofilas. Maleable y poco tenaz, arde con luz clara y brillante y se usa en metalurgia, en pirotecnia, en medicina, en la fabricación de acumuladores eléctricos y, aleados con aluminio, en la industria aeronáutica y la automoción. (Símb. *Mg*).

Manantiales: m. Nacimiento de las aguas.

Manto acuífero:

Toda formación o estructura geológica de rocas, gravas o arenas situadas encima de una capa impermeable, que por porosidad y permeabilidad natural posee la capacidad de almacenar agua que circula en su interior. Este flujo que se realiza entre los poros y oquedades que se intercomunican, y que es de velocidad variable, obedece a las características específicas de permeabilidad de cada tipo de formación.³³

³² Hoja de Seguridad del Material (MSDS), Fabricante: Grupo Linde Gas Argentina S.A

³³ Carlos Cuevas I., *Hidrología*, México, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura IPN, 1972.

Megavatio:

m. *Electr.* Medida de potencia eléctrica que equivale a un millón (10^6) de vatios. (Símb. *MW*).

Mezcla Bifásica:

Se conoce como mezcla a la combinación de dos o más sustancias, sin que se produzca como consecuencia de esta una reacción química y las sustancias participantes de la mencionada mezcla conservarán sus propiedades e identidad.³⁴

Perforación:

Son *perforaciones* en la corteza terrestre, que comunican el reservorio con la superficie, mediante el cual se extrae un fluido geotérmico.

Permeabilidad:

Es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna.

Pozo Direccional:

Cuando es necesario alcanzar un objetivo específico del subsuelo que no es accesible a través de las prácticas convencionales de perforación vertical, se utiliza una ruta o dirección, orientando ángulos.

Reinyección:

tr. Introducir a presión un gas, un líquido o una masa fluida, en el interior de un cuerpo o de una cavidad.³⁵

Silicato: m. *Quím.* Sal del ácido silícico.

Yacimientos:

m. *Geol.* Sitio donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil.

³⁴ <http://www.definicionabc.com/general/mezcla.php>

³⁵ <http://www.wordreference.com/definicion/inyectar>

CAPITULO 3. ANALISIS URBANO- ARQUITECTONICO

3.1 CASOS ANÁLOGOS CENTRALES GEOTÉRMICAS EN ISLANDIA

Antes de analizar las centrales geotérmicas en El Salvador, investigaremos las existentes fuera del país, específicamente las de Islandia, con el fin de comparar e interpretar su diseño arquitectónico y sus características particulares.

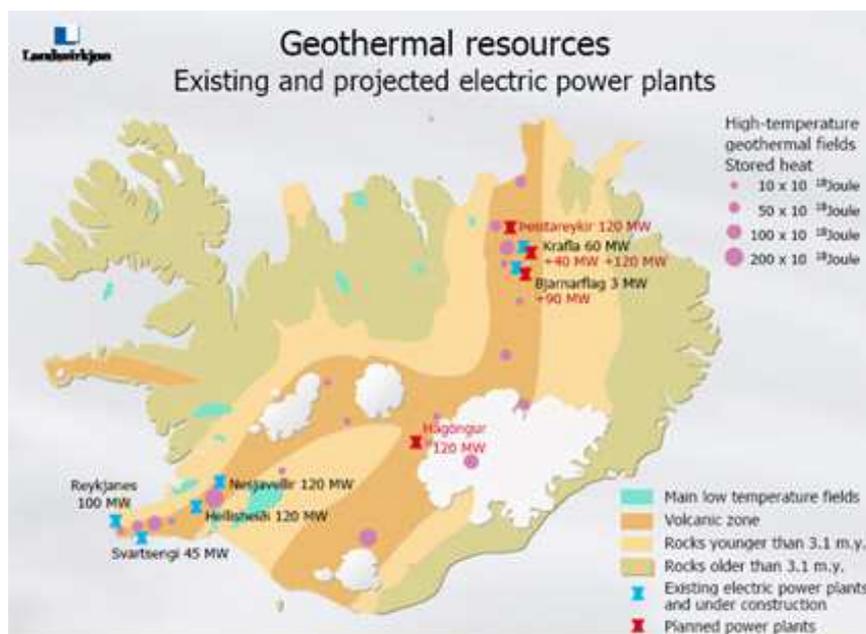
Islandia por su cadena volcánica activa cuenta con diversos campos geotérmicos, de alta y baja temperatura. Con ello no solo se abastece de energía geotérmica, sino también posee un sistema de calefacción de agua para las viviendas.

Los casos análogos que estudiaremos corresponden a cuatro plantas geotérmicas (Ver ubicación en mapa):

- Central Geotérmica de Nesjavellir
- Central Geotérmica de Hellisheidi
- Central Geotérmica de Kalina
- Central Geotérmica de Reykjanes

Su análisis se realizará mediante fotografías e información bibliográfica, para recopilar y unificar la información se presentará mediante una ficha de análisis que muestre los datos relevantes y su descripción.

Imagen 16. Mapa de Islandia
Ubicación de Plantas Geotérmicas Existentes



Fuente: <http://www.evworld.com>

CENTRAL GEOTERMICA DE NESJAVELLIR



CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOGRAFICA
<p>TOPOGRAFIA La mayor parte del territorio es meseta con algunos picos montañosos, glaciares, volcanes, géiseres y costas accidentadas.</p> <p>CLIMA Durante el invierno sólo recibe cuatro horas de luz solar y durante el verano las noches son tan claras como el día. Reikiavik tiene una temperatura media anual de 5°C, siendo la temperatura promedio en enero de -0,4 °C y en julio 11,2 °C</p> <p>VEGETACION En general la vegetación en Islandia es de naturaleza subártica y se distingue por la abundancia de hierbas. Pero en todo el país y especialmente en las planicies inhabitadas hay grandes extensiones de roca desnuda, desiertos pedregosos, páramos arenosos, y campos de lava.</p>	<p>INICIO DE EXPLORACIONES 1947</p> <p>CAPACIDAD INSTALADA 120 MW</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCION 1987</p>	<p>PAIS: ISLANDIA Se ubica a 40 Kms. De Reyjavik, capital de Islandia, en la región de Hengill.</p>
DISEÑO FORMAL		
<p>COLOR: Se utilizó el blanco en su mayoría, con líneas verticales en color gris. La utilización de colores neutros crea un contraste con el entorno de las montañas verdes. Al interior se puede observar los colores metálicos en la cubierta, la maquinaria y tuberías; la estructura de vigas resalta en color azul; los barandales rojos y las paredes blancas.</p> <p>MATERIALES: Utilización del vidrio que brinda iluminación natural. Estructura metálica vista en vigas y columnas.</p> <p>ACABADO: Textura vista.</p> <p>TEXTURAS: Lamina corrugada en paredes al interior, pasillos en plataforma de maquinas con superficie metálica corrugada. Al exterior calles asfaltadas, áreas con recubrimiento de roca volcánica.</p>		

Fuente: <http://www.or.is/English/Projects/NesjavellirGeothermalPlant/>

IMÁGENES ANEXAS



FACHADA POSTERIOR



FACHADA PRINCIPAL



VISTA INTERIOR



VISTA DEL AREA DE MAQUINAS



CONDENSADOR Y TURBINA



VISTA DE LA TURBINA

CENTRAL GEOTERMICA DE REYKJANES



CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOGRAFICA
<p>TOPOGRAFIA La península se caracteriza por la actividad volcánica en la superficie, y los grandes campos de lava, lo que permite poca vegetación. Existen numerosas fuentes termales y manantiales de azufre en la mitad sur de la península.</p> <p>CLIMA El clima en Islandia es frío con temperaturas de hasta 0°, en invierno la zona se cubre de nieve.</p> <p>VEGETACION Es una zona de piedra volcánica e infértil por lo que carece de vegetación</p>	<p>INICIO DE EXPLORACIONES 1950 primeras exploraciones 1998 inicio de perforaciones</p> <p>CAPACIDAD INSTALADA 100 MW</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCION 2006</p>	<p>PAIS: ISLANDIA Se ubica en la península de Reykjanes, al suroeste de Islandia, a 55 Kms. de Reyjavik.</p>
DISEÑO FORMAL		
	<p>COLOR: Uso de color gris metálico del material visto en todo el exterior e interior; vigas y columnas en color azul al interior.</p> <p>MATERIALES: Vidrio en grandes superficies que brinda iluminación natural, y en acceso principal. Estructura metálica como soporte del edificio. Paneles de recubrimiento metálico en todo su exterior. Circulación vehicular y estacionamiento asfaltado; el resto del exterior se preserva en su estado natural con rocas.</p>	

IMÁGENES ANEXAS



VISTA EXTERIOR



VISTA EXTERIOR EN INVIERNO



ACCESO



CONDENSADOR Y TURBINA



ESTACIONAMIENTO Y ENOTRNO



PAREDES AL INTERIOR

CENTRAL GEOTERMICA DE HELLISHEIÐI



CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOGRAFICA
<p>TOPOGRAFIA Se ubica en una planicie que se rodea de la cadena montañosa de Hengill.</p> <p>CLIMA El hielo y la convergencia de vapor en Hellisheidi, Islandia, brinda un paisaje blanco sobre blanco. A pesar de su nombre y su proximidad al Circulo Polar ártico, el país disfruta de un clima relativamente templado moderado porque pasa una corriente del Golfo</p> <p>VEGETACION</p>	<p>INICIO DE EXPLORACIONES 1985 primer pozo exploratorio 2001 y 2002 nuevos indicios de potencial</p> <p>CAPACIDAD INSTALADA 213 MW</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCION Desarrollada en fases desde 2006 hasta 2010</p>	<p>PAIS: ISLANDIA Se ubica al suroeste de Islandia, a 11 Kms. de la central geotérmica de Nejavellir y al pie del volcán Hengill. Esta a 20 millas de Reyjavik</p>
DISEÑO FORMAL		
<p>COLOR: Se utilizaron colores sobrios como gris oscuro en paredes exteriores y gris metálico en estructura; al interior se tienen paredes blancas y materiales vistos.</p> <p>MATERIALES: Vidrio en fachada principal y al interior para recorrido de visitantes, tipo vitrina hacia el área de maquinas. Madera en pisos al interior, acero en estructura de soporte; Cielos rasos metálicos, barandales. Al exterior calles de asfalto para circulación vehicular y estacionamiento; baldosas de concreto en circulación peatonal.</p>		

Fuente: <http://www.or.is/English/Projects/HellisheidiGeothermalPlant/>

IMÁGENES ANEXAS



ACCESO PRINCIPAL



VISTA DE PARED AL EXTERIOR



VISTA INTERIOR DE RECEPCION



VISTA PANORAMICA DESDE EL INTERIOR



ESTACIONAMIENTO



DETALLE DE PARED DE VIDRIO

CENTRAL GEOTERMICA DE KALINA



CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOGRAFICA
<p>TOPOGRAFIA El campo geotérmico Hveravellir se encuentra a una altura de 150 a 160 m snm en un valle poco profundo en Reykjahverfi. El valle es asimétrico, al oriente comprende el monte Reykjafjall.</p> <p>CLIMA Al igual que en toda Islandia el clima es templado e impredecible, se tienen grandes nevadas, lluvia y en verano pueden haber días de sol con temperatura de hasta 12° y en días fríos pueden haber temperaturas de -0°</p> <p>VEGETACION Se observa vegetación baja, con áreas engramadas, sin árboles que permite la vista a la península.</p>	<p>INICIO DE EXPLORACIONES 1970 -1990</p> <p>CAPACIDAD INSTALADA 2 MW</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCION 1999</p>	<p>PAIS: ISLANDIA Se ubica en la costa norte de Islandia 20Kms. al sur del pueblo de Husavik. En el campo geotérmico de Hveravellir</p>
DISEÑO FORMAL		
	<p>COLOR: La paleta de colores utilizada en esta planta es similar al resto en Islandia, implementan color blanco y gris en paredes, materiales vistos, color rojo y gris metálico en estructura de soporte.</p> <p>MATERIALES: Vidrio en elemento incrustado sobre la cubierta que proporciona la iluminación natural al interior; también se utiliza vidrio al interior en cabina de monitoreo y puertas. Estructura metálica en vigas y columnas; paneles de recubrimiento en paredes.</p>	

Fuente: <http://www.mannvit.com>
<http://www.viajesislandia.com>

IMÁGENES ANEXAS



VISTA EXTERIOR Y SU ENTORNO



VISTA HACIA LA PENINSULA



CABINA DE MOTINOREO



INTERIOR DE LA PLANTA



TUBERIAS AL INTERIOR



VISTA DE MAQUINARIA

3.1.2 INTERPRETACION DE LOS DATOS

Los aspectos evaluados además del diseño, son el clima, la vegetación, y la topografía; pues son factores a considerar y que afectan al diseño

Islandia es un país de clima frío, cuyos inviernos soportan fuertes nevadas y pocas horas de sol, por ello consideran materiales que preserven el calor al interior de los edificios, superficies vidriadas que capten la horas de luz solar, y no pueden dejar elementos a la intemperie por el deterioro en la nieve.

La topografía en los campos geotérmicos es favorable, pues a pesar de su cadena montañosa gozan de extensas planicies donde han construido sin necesidad de mayores obras de terracería.

La vegetación es escasa y en su mayoría es baja, no se requiere remover árboles para la construcción de las plantas geotérmicas, como en el caso de El Salvador donde se hizo necesario la tala de árboles, grandes obras de terracería, así como creación de caminos para acceder a la zona. En nuestro país estas condicionantes han delimitado las áreas de construcción e influido en la distribución de los espacios complementarios.

En cuanto al diseño de las plantas en Islandia se puede observar la utilización de materiales diversos en algunas centrales como: Hellisheidi, Reykjanes y Kalina; esto también atiende al año de construcción; sin embargo sus edificaciones no mantienen un tipología propia, no existe unidad entre ellas y tampoco se refleja un concepto de diseño propio que represente la arquitectura geotérmica en ese país.

Podemos destacar que las centrales al ser mas recientes han sido diseñadas con un enfoque hacia el turismo; en Islandia las centrales geotérmicas son puntos de atracción y las agencias turísticas incluyen los recorridos por las plantas geotérmicas como parte del tour.

Ejemplo de ello es la central de Hellisheidi que forma parte de “El Circulo de Oro” un recorrido turístico en el sur de Islandia, dicha planta cuentan con accesibilidad por carretera, estacionamiento para visitantes, recorridos definidos para el publico con guías capacitados y espacio vestibular que sirve de sala de proyecciones.

3.2 ANALISIS DE LAS CENTRALES GEOTERMICAS DE EL SALVADOR

En El Salvador existen dos plantas geotérmicas una en Ahuachapán y otra en Berlín (Ver imagen 16), de las cuales analizaremos en una de ellas los aspectos del entorno que condicionan el diseño, su distribución espacial e integración con el medio natural.

Para ello se ha optado por la Central Geotérmica de Berlín, por ser la más reciente y extensa (42Km²)



Imagen 17. Mapa de ubicación de las centrales geotérmicas en El Salvador

3.2.1 UBICACION Y ACCESIBILIDAD

Se ubica en el Cantón la Montañita, municipio de Alegría, departamento de Usulután. Su acceso es a través de la carretera pavimentada que conecta Mercedes Umaña-Berlín-Alegría (Foto 32); a 2km desde Mercedes Umaña se encuentra el desvío hacia la Central mediante una calle asfaltada. (Ver mapa 3)



Foto 34. Carretera hacia Berlín, desvió que conduce a LaGeo.



Foto 35. Acceso a la Central Geotérmica de Berlín.

3.2.2 TOPOGRAFÍA

Posee una topografía accidentada, suelos arcillosos y cultivos de café en los alrededores. Su principal orografía es comprendida por Cerro El Pelón, El Pinal, Las Palmas y el Volcán de Tecapa.³⁶ Las Instalaciones del plantel se ubican a una elevación de 645 msnm. Pero el campo geotérmico posee una extensión de 42Km², y sus distintos pozos productores se encuentran en la parte alta del campo, mientras que sus pozos reinyectores se encuentran en la parte baja.

A causa de la topografía en la zona fue necesario realizar grandes obras de terracería, obras de mitigación para salvaguardar las estructuras y tuberías de acarreo, crear caminos de acceso hacia las instalaciones y hacia sus diversas plataformas.



Foto 36. Tubería de acarreo que baja de los pozos productores en la parte alta, debido a la topografía se hace necesario obras de mitigación que eviten derrumbes y daños a la estructura. Para conducir estas tuberías por sobre las montañas se necesitan estructuras de soporte que pasan sobre las calles y caminos vecinales.

³⁶ SNET “Perfil Climatológico estación Santiago de María”

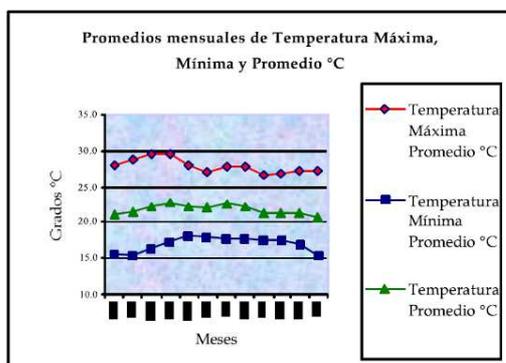


Foto 37. Vista de la topografía accidentada donde se emplaza la Central Geotérmica de Berlín.

3.2.3 CLIMA

El clima en la región es catalogado según Koppen Sapper y Laurer como “sabana tropical calurosa o tierra templada” y según la regionalización climática de Holdridge se clasifica como “bosque húmedo subtropical”¹ (Ver mapa 3)

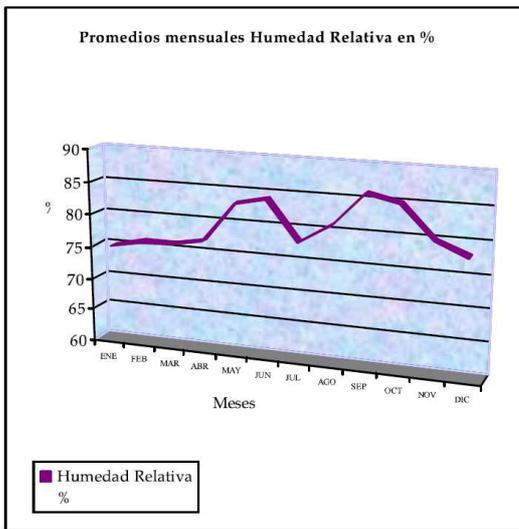
El rumbo de los vientos es predominante del norte en todo el año, durante la noche se desarrolla el sistema local nocturno del viento con rumbo desde las montañas. La temperatura máxima alcanza los 39°C mientras que la mínima llega a 15°C. Su temperatura anual promedio es menos de 24°C¹



Fuente: SNET

Grafico 4. Temperatura Promedio

Muestra la temperatura anual promedio en la región. Por la zona climática donde se ubican las instalaciones y al estar rodeado de boques y cafetales, gozan de un clima fresco la mayor parte del tiempo.



Fuente: SNET

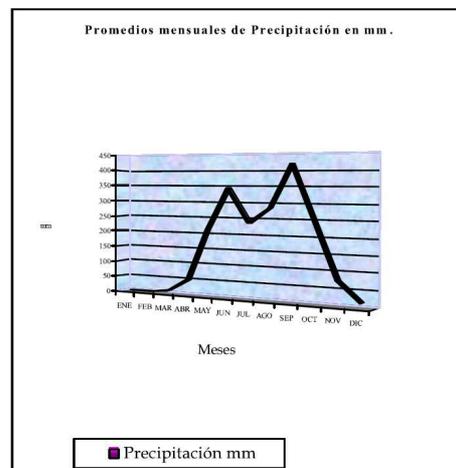
Grafico 5. Humedad Relativa

Humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor de agua contenido en el aire; el vapor que se encuentra en la atmósfera procede de la evaporación del agua de los océanos, de los ríos y lagos y de los suelos húmedos.

El porcentaje máximo de humedad en la región es de 85% entre el mes de septiembre y agosto, esto quiere decir que el aire contiene un 85% del vapor de agua.²

Grafico 6. Precipitación Pluvial

La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra.³ Ocurre cuando la atmósfera se satura con el vapor de agua. Quiere decir que la humedad esta relacionada con la precipitación y a mayor humedad en el aire mayor es la precipitación. Por esta razón la precipitación es mayor en los meses de septiembre y agosto (300-400 mm), cuando la humedad en el aire es de 85%



Fuente: SNET

³⁷ <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.htm>

³⁸ <http://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>

3.2.4 VEGETACIÓN

La vegetación en la zona es abundante y variada, la flora constituye un bosque húmedo subtropical; entre las especies vegetales identificadas durante visita de campo tenemos: Madre cacao, eucalipto, guarumo, conacaste, maquilishuat, aceituno, capulín e izote. También encontramos diversidad de árboles frutales como mango, marañón y huertas. Así mismo cuenta con una variedad de plantas ornamentales que debido al clima se pueden desarrollar óptimamente por lo que se han plantado en zonas verdes como: como bejucos, ginger, setos, rosa, jazmín, azucena, orquídeas, etc.

Son los árboles del entorno que brindan un clima fresco y agradable, mientras que las flores contribuyen al paisaje, mismo que gozan los pobladores, empleados de la planta y turistas que la visitan.



Foto 38. Vegetación ornamental en los senderos



Foto 39. Flores exóticas sembradas en los caminos



Foto 40. Flores que han sido plantadas en áreas verdes



Foto 41. Diversidad de flores que se cultivan en la región

Hay una gran diversidad de flores y plantas ornamentales que se observan en la zona, mismas que son comercializadas en los pueblos de Alegría y Berlín.

Aunque en algunas zonas verdes la vegetación no es propia del lugar pero ha sido plantada con fines decorativos como: palmeras, tuya, araucaria, crotos, y algunas flores exóticas.



Foto 42. Frondosos árboles de conacaste que se encuentran al recorrer los caminos internos



Foto 43. Vista panorámica de la central donde se aprecia la exuberante vegetación que la rodea

La fauna que se encuentra en el campo geotérmico también es diversa, pero destacan algunas especies como mono araña, cocodrilos, mapaches, venados; estos forman parte de un programa de Georesguardo de animales implementado por LaGeo en su compromiso con el medio ambiente. Entre otros de la zona tenemos: culebras, ardillas, guatuzas, etc.

Durante una caminata por los senderos también se puede apreciar el sonido de las aves que habitan en los árboles de los alrededores.



Foto 44. Jaula de cocodrilos que se encuentra dentro del campo geotérmico.

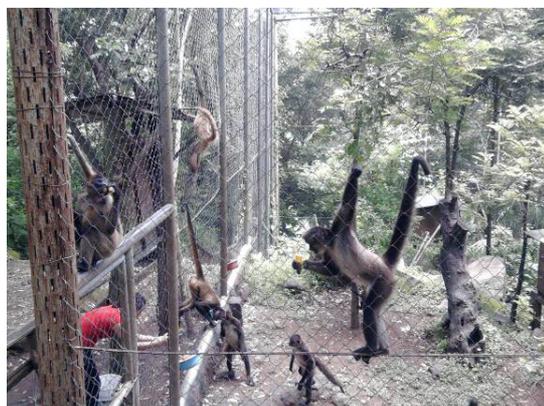
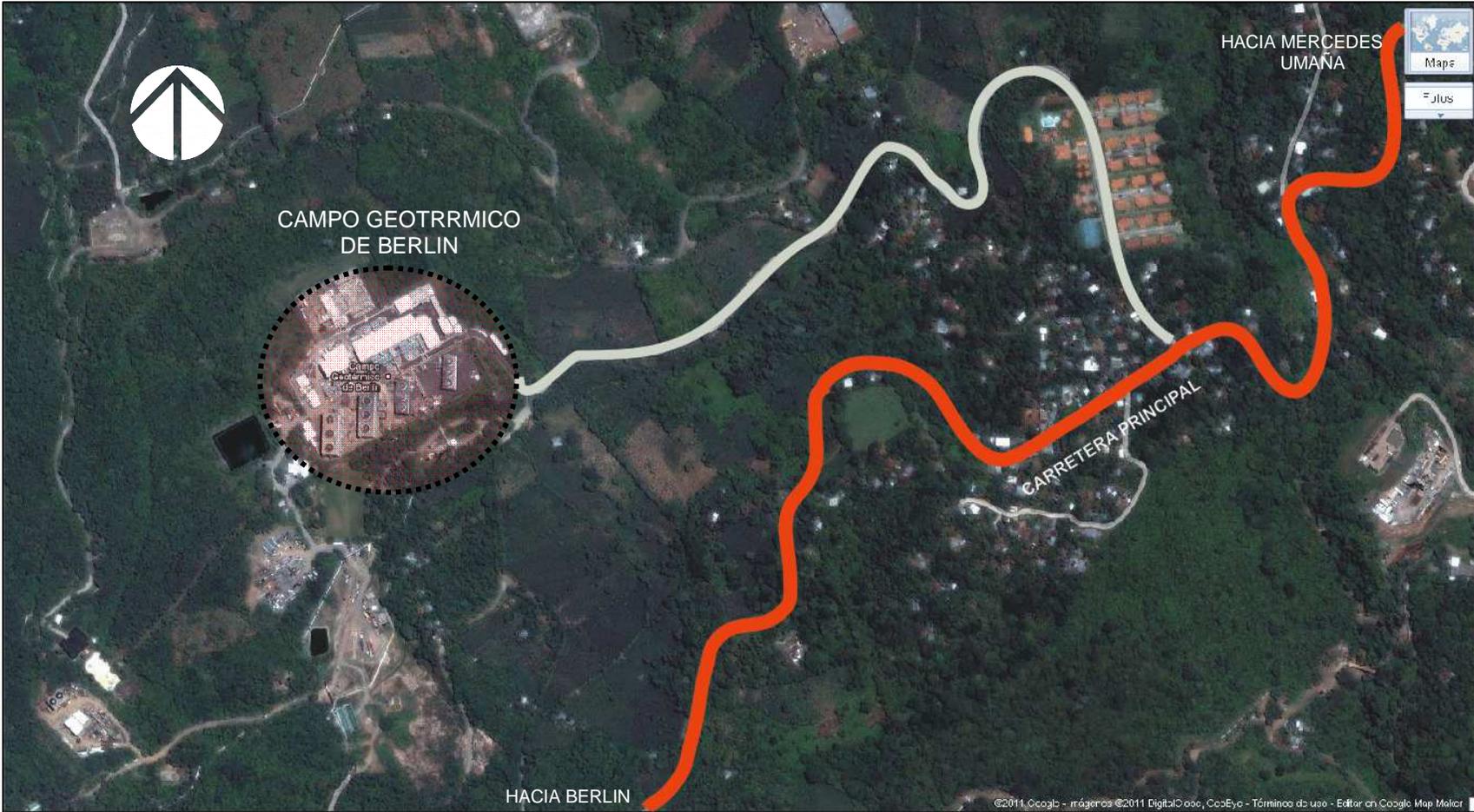


Foto 45. Jaula de monos araña dentro del campo geotérmico

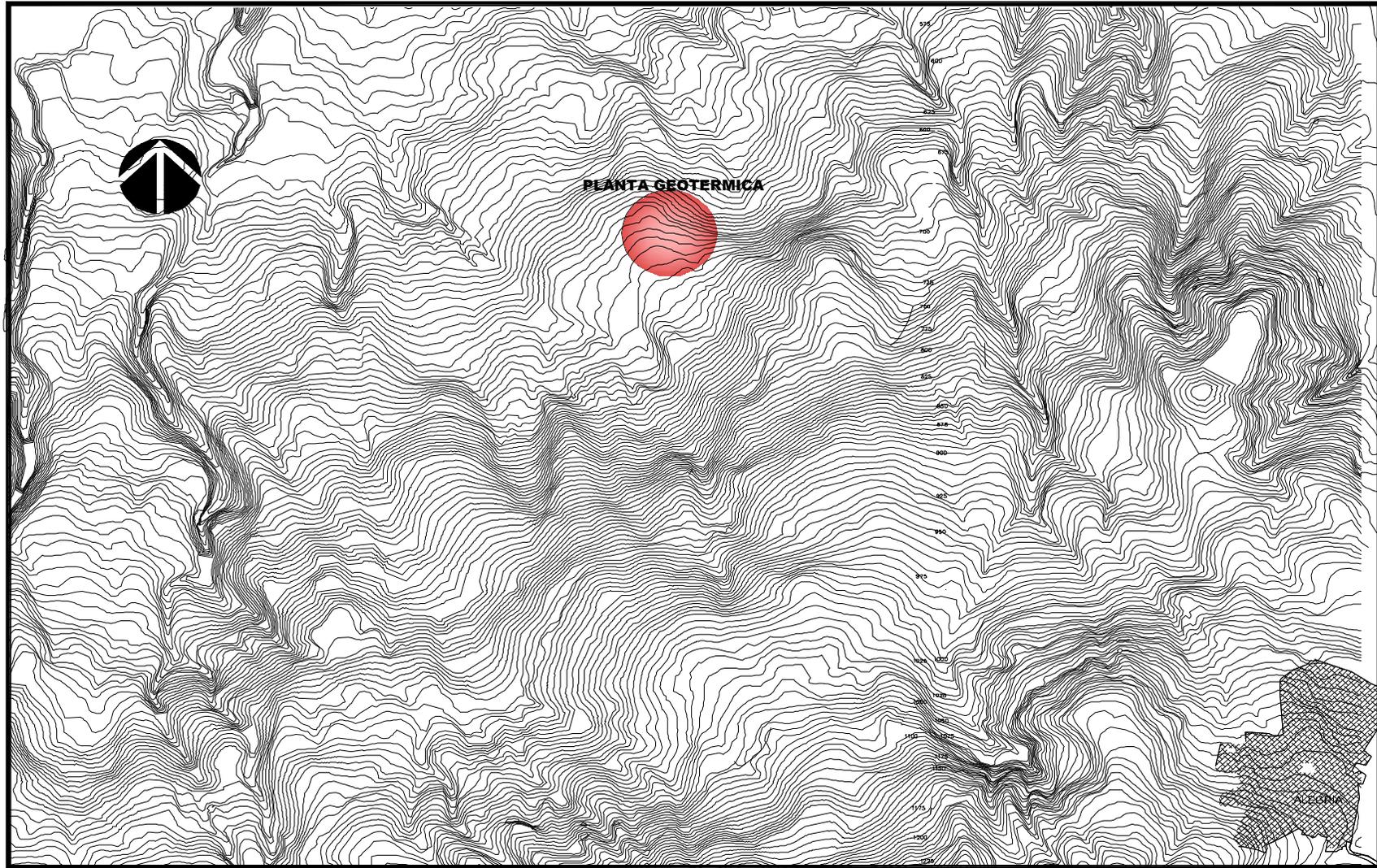
MAPAS ANEXOS

A continuación se presentan algunos mapas de ubicación, topografía, y clima, aspectos evaluados anteriormente.

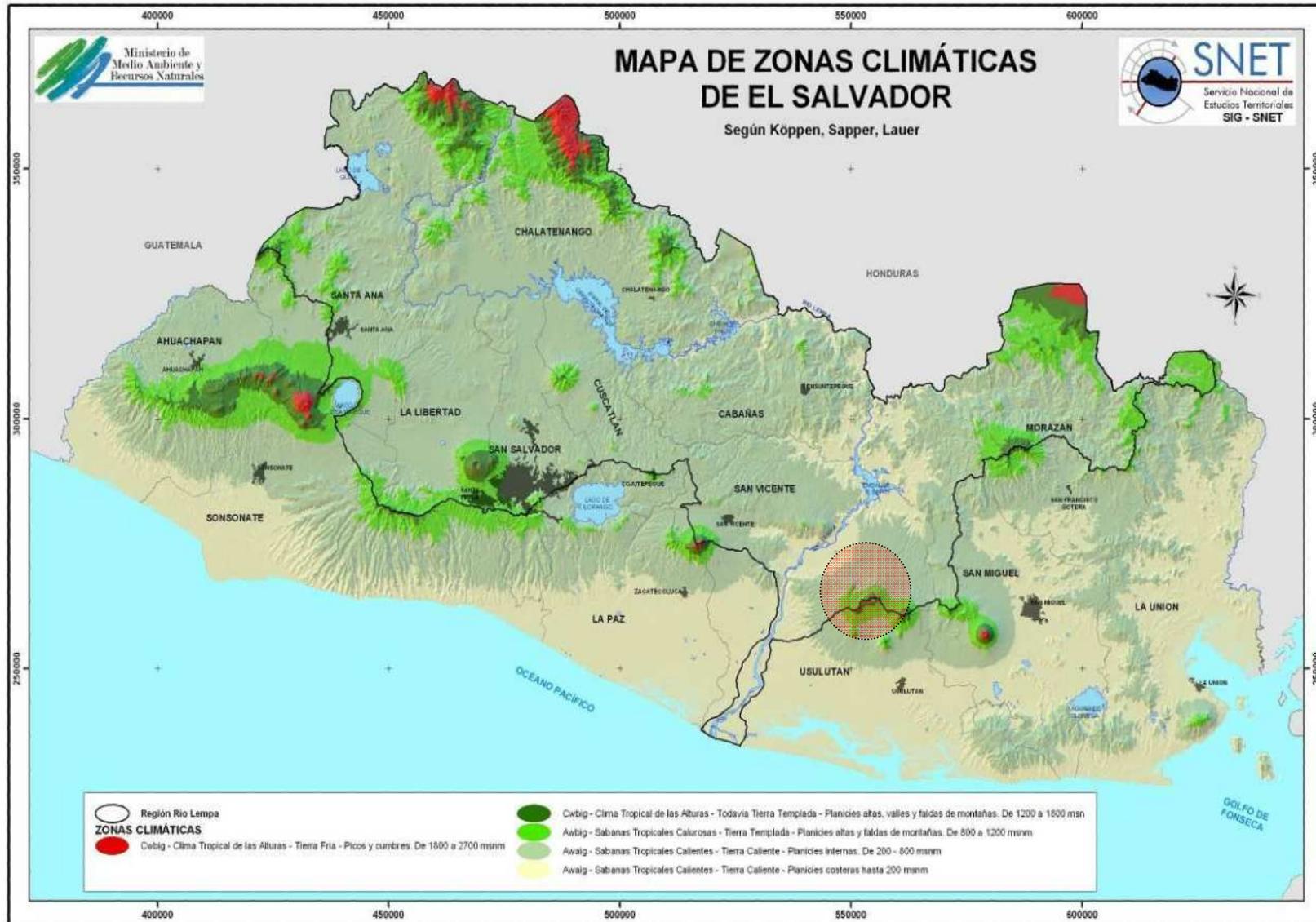
**MAPA 3. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD
CENTRAL GEOTERMICA DE BERLIN**



MAPA 4. TOPOGRAFIA
REGION DE BERLIN-ALEGRIA DONDE SE UBICA LA CENTRAL GEOTERMICA



MAPA 5. ZONAS CLIMATICAS



3.2.5 ZONIFICACIÓN

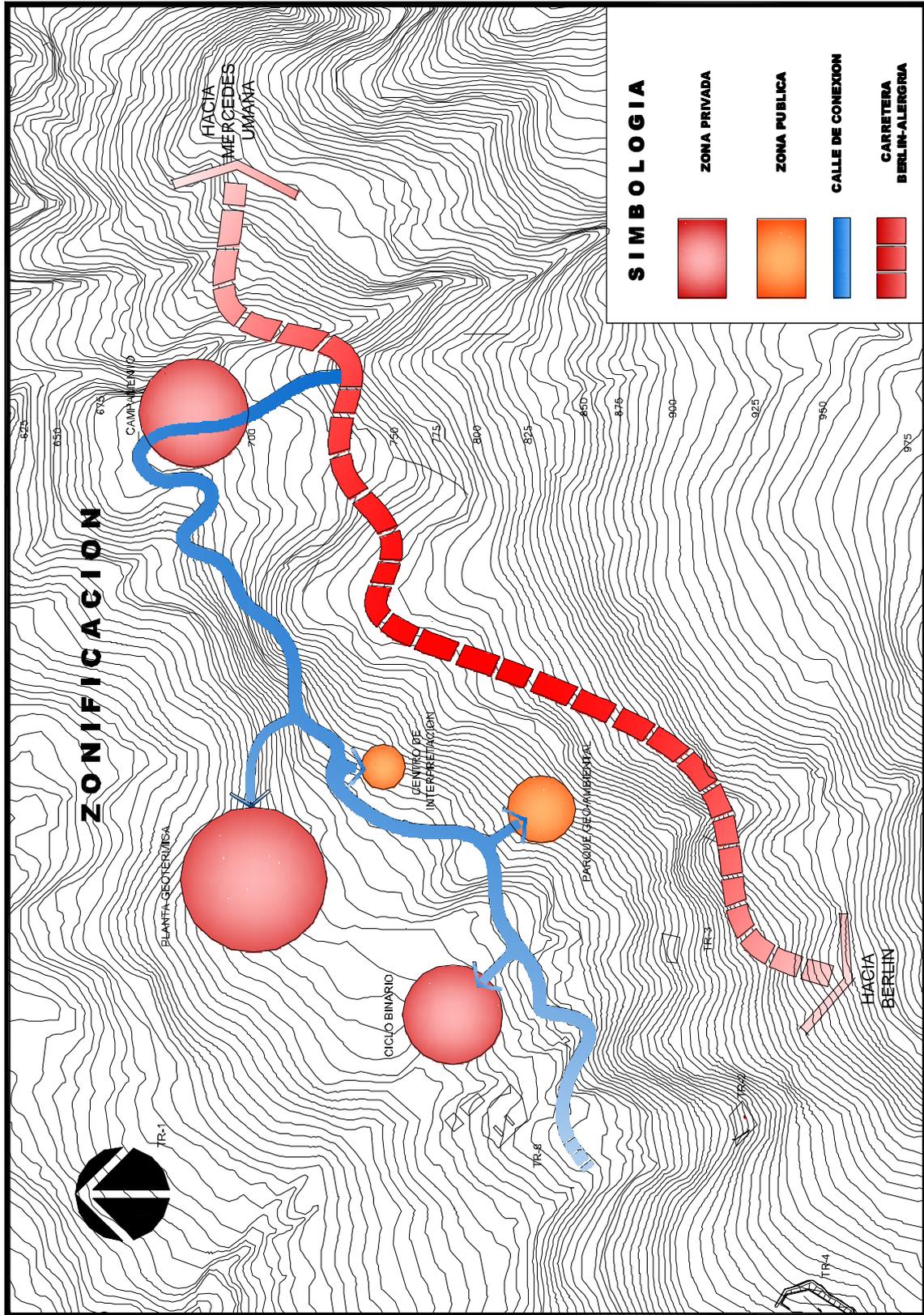
El proceso de diseño con lleva una serie de pasos y etapas, uno de ellos es la zonificación, que muestra la organización y ubicación de las zonas en el terreno. En nuestro caso particular analizamos un proyecto ya desarrollado basándonos en lo existente, interpretaremos la disposición de los espacios y edificios que conforman la Central Geotérmica de Berlín, clasificando sus zonas de acuerdo al uso.

Debe aclararse que el campo geotérmico de Berlín posee una extensión de 42 Km² y sus instalaciones no se concentran en un solo punto, sino que se encuentran dispersas, pues posee instalaciones complementarias al plantel. En este caso se analizará la zonificación de la planta geotérmica y posteriormente se presentarán los espacios complementarios que posee.

Imagen 18. Esquema de zonificación

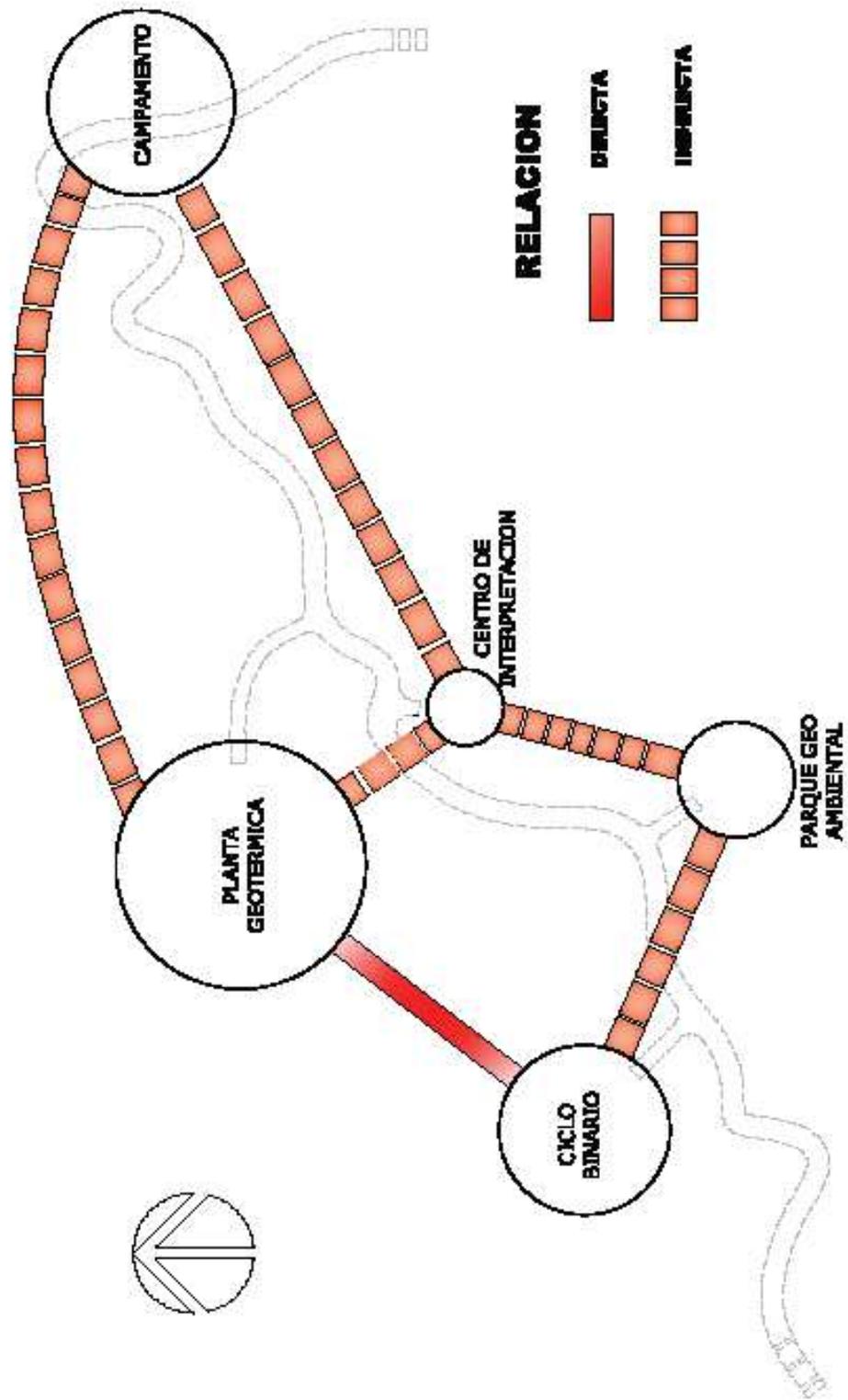


El esquema muestra seis áreas definidas que describiremos a continuación; también se presentará una zonificación general que muestra los espacios públicos y privados dentro del campo geotérmico.



- Zona Privada: Son las instalaciones de acceso restringido o nulo para las personas que no laboran en el campo geotérmico, y solo puede ingresarse con autorización del personal. Estas instalaciones son: Planta Geotérmica, Ciclo Binario y Campamento de Empleados.
- Zona Pública: Son las instalaciones diseñadas para el visitante (Parque Geoambiental, Centro de interpretación, senderos interpretativos)
- Zona de producción: es el área donde se produce la energía eléctrica y se lleva a cabo el monitoreo de dicho proceso. Esta conformado por la casa de maquinas de unidad 1, 2 y 3. Zona de control, oficinas y sanitarios.
- Zona de mantenimiento: es el taller de mantenimiento donde se guardan las herramientas, y se encuentra el personal técnico encargado de monitorear y solventar problemas en la maquinaria. Corresponde a un edificio que conecta con la zona de producción.
- Zona de Almacenamiento: espacio donde se almacena materiales o insumos que puedan necesitar en las instalaciones, consta de una bodega.
- Zona de de Enfriamiento: es el área donde se ubican las torres de enfriamiento, cuya función es enfriar el agua residual proveniente del separador de humedad y del condensador. Se conforma por cuatro torres que se conectan por tuberías con la zona de producción.
- Sub estación: espacio donde se ubican las torres que transmiten la energía producida hacia la Unidad de Transacciones (UT).
- Zona Administrativa: es el área destinada a las funciones administrativas de la planta, consta de un edificio con oficinas, clínica para los empleados, sala de juntas, sanitarios, etc.

DIAGRAMA DE RELACIONES



3.2.7 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Se consideran espacios complementarios aquellos que forman parte de la central geotérmica, pero que no se ubican dentro de la planta. Entre estos tenemos:

- Campamento de empleados: es una residencial construida para alojar al personal de ingenieros y técnicos que labora en la planta, esta comprendido por 24 casas con todas sus comodidades, además cuenta con un área social para el esparcimiento, como cancha de basket y casa club. Se ubica a 200 metros de la carretera Berlín-Alegría.



Foto 46. Vivienda tipo en campamento



Foto 47. Pasaje residencial



Foto 48. Cancha de Basket ball



Foto 49. Casa Club, donde los empleados realizan eventos o actividades

- Centro Vacacional de Empleados: área recreativa vacacional para empleados, consiste en 4 cabañas equipadas y un área de piscina, rodeada de zonas verdes y rancho de usos múltiples. Son de uso exclusivo para sus empleados y familiares de los mismos. Se ubica dentro del campamento de empleados.



Foto 50. Área de piscina



Foto 51. Cabañas en centro vacacional, donde los empleados y sus familias pueden alojarse



Foto 52. Rancho de usos múltiples



Foto 53. Cabaña tipo en centro vacacional

Unidad de Ciclo Binario: corresponde a la unidad IV, la última en ser construida y que funciona reutilizando el agua caliente residual de las unidades I, II, III.



Foto 54. Acceso a la planta de ciclo binario, en esta área no se puede ingresar cámaras, celulares, ni radios; por lo que no se tienen imágenes internas, esto debido a las normas de seguridad de la planta que utiliza una sustancia altamente inflamable.

Foto 55. Vista aérea de la Unidad IV, se puede apreciar el edificio de producción, su torre de enfriamiento, tuberías y silenciador. La Unidad de Ciclo Binario se encuentra al sur-este de las unidades a condensación, se conectan por calle interna, toda la zona se encuentra resguardado por personal de seguridad.



- Parque Geo-ambiental: Es un área de esparcimiento para el público que forma parte de la cooperativa de la empresa, se ubica entre la central y la unidad de ciclo binario. Posee área de cabañas, piscina, cafetería y el turista puede visitarlo durante el día.



Foto 56. (Izquierda) Vista de la piscina, el turista puede hacer uso de las instalaciones y disfrutar el clima de la zona y apreciar algunas fumarolas en el sector conocido como “El Tronador”

Foto 57. (Derecha) Area de cabañas que los visitantes pueden utilizar para estancia durante el día, pues no están diseñadas para alojar visitas durante la noche.



Foto 58. (Izquierda) Area de cafetería para uso de los turistas.

Foto 59. (Derecha) Estacionamiento para visitantes. Desde ahí puede apreciarse las tuberías de vapor y agua que pasan a un costado y el pozo reinyector TR9 que se ubica a orillas de la calle.



- Centro de Capacitación y Desarrollo Humano “El Tronador”

Son las instalaciones donde FUNDAGEO imparte cursos y capacitaciones, como se mencionó en el impacto social en el capítulo II. Esto se ubica al suroeste de la planta geotérmica y forma parte del complejo.



Foto 60. Desvío hacia el centro de capacitación



Foto 61. Acceso a las instalaciones

- Mini Zoológico y Centro de interpretación

Dentro del campo geotérmico se encuentran a lo largo de la calle algunas jaulas con especies animales que son parte del proyecto de Geo-resguardo. Entre ellos tenemos: cocodrilos, Iguanas, mono araña, venado cola blanca, mapache, tigrillo. Las especies reciben cuidados por parte del personal en un convenio con el ministerio de medio ambiente y poseen un veterinario de planta. También se cuenta con el centro de interpretación donde se da educación ambiental al visitante sobre ciencias de la tierra y la vida silvestre.



Foto 62. Centro de Interpretación



Foto 63. Recinto de los monos

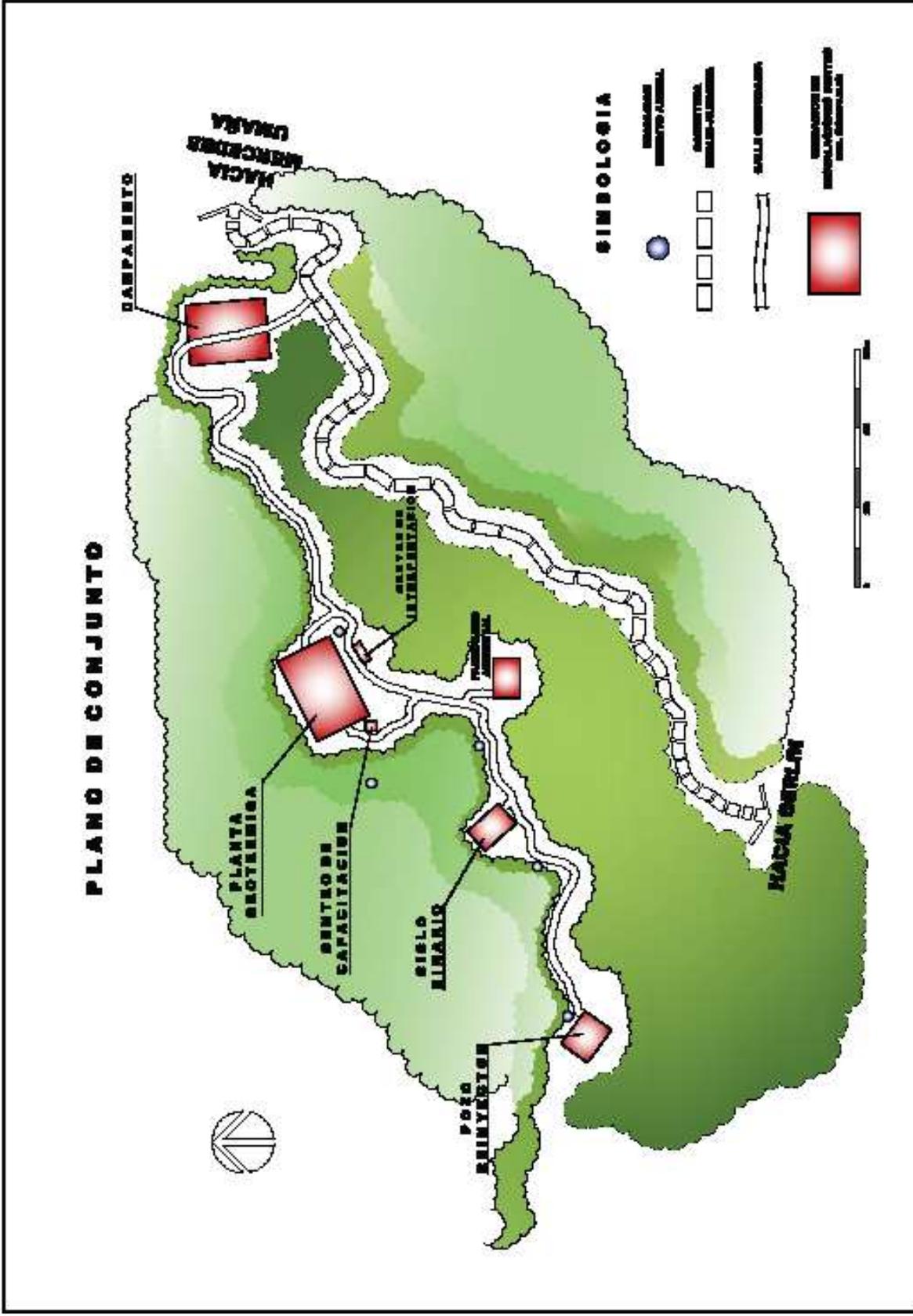
CONCLUSION

Basándonos en la información obtenida podemos decir sobre las características particulares de las áreas geotérmicas en nuestro país que, tenemos una topografía muy accidentada, con abundante vegetación y un clima sub tropical; dichas características han condicionado el diseño de las centrales y el crecimiento de sus áreas complementarias. Por esta razón es que las instalaciones se encuentran dispersas dentro del campo, pues han debido adaptarse a las condiciones físicas de la zona modificando el paisaje natural, si bien fueron necesarias las obras de terracería, algunas adaptan el diseño a su topografía y mantienen el estilo natural en su entorno, tales como: el parque geo-ambiental, los senderos, recintos de animales y casa de interpretación.

En cuanto al diseño arquitectónico de la central no representa un estilo con carácter propio, que denote el concepto de geotermia; más bien antepusieron la función a la forma, construyendo naves industriales. Pero con el crecimiento de los campos se ha hecho necesaria la creación de una tipología que represente la imagen arquitectónica de la empresa, así como lineamientos enfocados en el ordenamiento y diseño arquitectónico de las edificaciones.

Hay que recordar que dicho campo e instalaciones fueron construidos hace una década y para entonces no se tenían proyectados todos los espacios complementarios con que hoy se cuentan, tales como: Parque Geo-ambiental, Centro de Capacitación, Centro de Interpretación, etc. Por lo que suponemos el diseño urbano del campo no considero el crecimiento planificado.

Es por ello que en los campos geotérmico futuros debería elaborarse una planificación urbana que contemple la expansión del campo y la distribución de sus edificaciones, contemplando las variables físicas del lugar y criterios urbanísticos.



3.3 ANALISIS URBANO DEL CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN

La importancia del análisis urbano para nuestro trabajo de investigación es tener una idea mas clara del estado actual del campo geotérmico, se analizará el espacio conforme la metodología urbanística para identificar aciertos y desaciertos en la planificación y diseño del Complejo Geotérmico.

3.3.1 ACCESIBILIDAD

Como elemento urbanístico analizaremos la accesibilidad a las instalaciones de la planta geotérmica y sus espacios complementarios, si estos han sido planificados, bien definidos; y si son funcionales en la actualidad.

También deberemos evaluar si cumplen las normas del diseño universal y bajo esta perspectiva tenemos que: “La accesibilidad puede ser definida de muchas maneras, pero básicamente es la posibilidad que tiene una persona, con o sin problemas de movilidad o percepción sensorial, de entender un espacio, integrarse en él e interactuar con sus contenidos.”³⁹

En cuanto a la accesibilidad a las edificaciones dentro de la planta geotérmica no existen barreras para el acceso, más que las restricciones a ciertas áreas por cuestiones de seguridad; los edificios no presentan cambios bruscos de nivel y el único sector que lo presenta es la zona de torres de enfriamiento para la cual existe una rampa y gradas de acceso.



Foto 64. (Izquierda) Calle interna de acceso a la planta y a sus edificios, se muestra con una pendiente mínima y con un solo cambio de nivel en el sector de las torres de enfriamiento.



Foto 65. Utilización de gradas

³⁹ Arq. Jaime Huerta Peralta “Discapacidad y Diseño Accesible” Lima, Peru 2007



Foto 66. Disposición de rampas de acceso a edificios



Foto 67. Implementación de rampa de acceso a zona de torres.

Si describimos la accesibilidad hacia las instalaciones complementarias el caso es distinto, tenemos tres instalaciones separadas de las cuales solo el centro de interpretación y el Parque Geo-ambiental presentan cierto grado de accesibilidad mediante tratamiento de los desniveles, aunque requieren mayor acondicionamiento.

El acceso hacia los recintos de animales no se considera apto para todas las personas debido a que solo se implementan gradas y no existen rampas.

Se observa actualmente cierto grado de deterioro en los accesos y se requiere una mayor definición de estos.



Foto 68. Vista del acceso hacia centro turístico, el cual presenta un pendiente y acabado rustico empedrado.



Foto 69 y 70. Gradas de acceso a recintos de animales

3.3.2 CIRCULACIONES

Como elemento de conexión entre los espacios se analizará la circulación tanto vehicular como peatonal, su estado actual y características.

CIRCULACION VEHICULAR

En nuestra zona de estudio que comprende la Planta Geotérmica, el Parque Geo-ambiental y los espacios comprendidos entre estos se considera buena, pues existe una red vial interna en el complejo que permite la accesibilidad vehicular hacia las distintas instalaciones complementarias.



Foto 71. Calle interna de concreto que conduce a instalaciones complementarias



Foto 72. Camino interno de tierra con piedra suelta, corresponde a un corto tramo hacia pozo reinjector.



Foto 73. Calle dentro de la Planta Geotérmica, en todo su interior son calles asfaltadas y buen estado



Foto 74. Camino de tierra que conduce a jaula de los mapaches, aunque es de tierra se encuentra en buen estado y a diferencia del otro no presenta piedras sueltas.

CIRCULACION PEATONAL

La circulación peatonal se comprende de las aceras y senderos delimitados para el peatón, así como rampas y gradas; sobre estos podemos decir que dentro de la planta existen aceras de circulación en la parte posterior de la zona de producción, mas no existen al frente de esta a causa de los equipos y tuberías que ahí se encuentran; pero se puede circular sobre la calle, pues el transito vehicular es leve y no representa peligro al peatón. Las rampas y gradas si existen como se mostraron en la accesibilidad a los edificios. (Ver fotos 64 y 65)



Foto 75. Acera ubicada en la fachada posterior de la unidad I y II

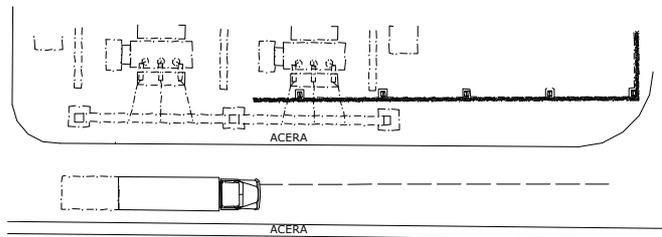


Imagen 19. Vista en planta de calle interna en planta geotérmica

En cuanto a la circulación fuera de la planta hacia las instalaciones complementarias se realiza sobre la calle, aunque no se considera un peligro, ya que el tráfico vehicular es leve. Con respecto a los senderos interpretativos son parte de la circulación peatonal pero actualmente no son accesibles a todos pues son de tierra, sin recubrimiento que evite el estancamiento de agua lluvia y esto lo hace intransitables en invierno.



Foto 76. Calle frente a Centro de Interpretación no posee acera



Foto 77. Sendero en el centro de interpretación, aun presenta problemas en invierno.



Foto 78. Tuberías atraviesan los senderos generando obstáculos, además se tiene problemas de estancamiento de agua lluvia.

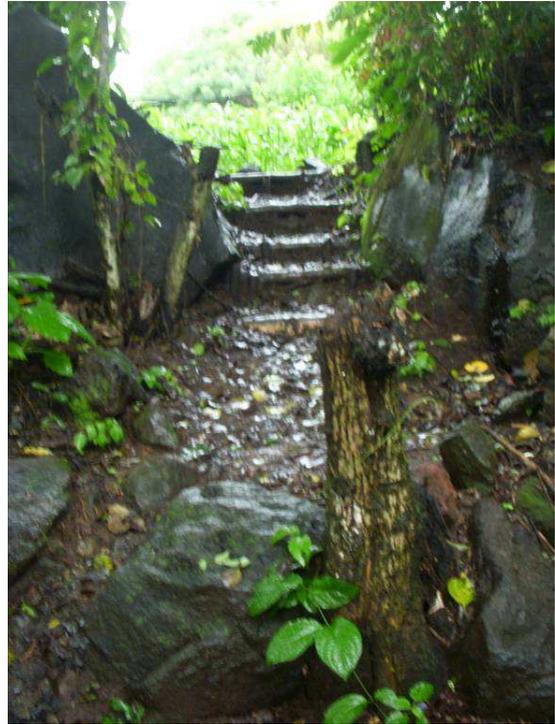


Foto 79. Gradas de senderos en mal estado y obstrucción de piedras en el camino.



Foto 80. Senderos interpretativos delimitados con rocas de la zona, pero sin recubrimiento de suelo que evite los estancamientos de agua.



Foto 81. Senderos delimitados con grava, en centro de interpretación, además se han realizado obras de jardinería como ornamentación.

3.3.3 MOBILIARIO URBANO

Es todo aquel equipamiento del que se ha dotado en las áreas abiertas como: basureros, bancas, mesas, señalización, luminarias, etc.

Sobre estos podemos decir que existe poco mobiliario y el que está se observa descuidado y en mal estado, aunque se entiende que en las áreas complementarias fuera de la planta no circulan tantas personas, ni se recibe mucho turista actualmente, por lo que probablemente se haya descuidado.

La señalización es escasa, solo hay algunas sobre el límite de velocidad y otras indicando desvíos.

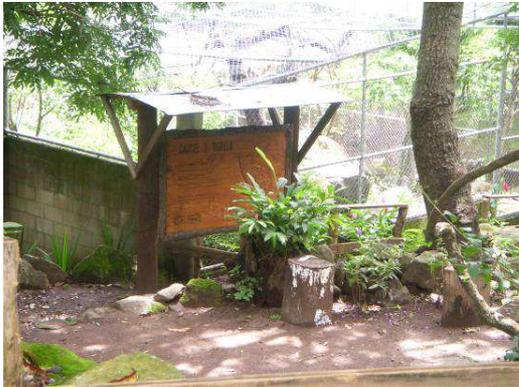


Foto 82. Letrero en recinto del tigrillo, se observa cubierto por vegetación.



Foto 83. Señalización vial que se observa en camino interno

En las zonas de recintos de animales carecen de basureros adecuados y las mesas que existen se observa en mal estado, no hay un espacio creado para la permanencia del turista.



Foto 84. Basurero ubicado a orillas de la calle que conduce al campo geotérmico.



Foto 85. Mesa con bancos ubicada contiguo al recinto del tigrillo.



Foto 86. Señalización informativa



Foto 87. Basurero en recinto de animales

La iluminación existe tanto dentro de la planta como en los caminos e instalaciones complementarias, aunque a horas no laborales solo permanece el personal de turno.



Foto 88. Luminaria en centro recreativo



Foto 89. Señal de tránsito oculta por la vegetación

Hay que mencionar que dentro del centro de interpretación y parque Geo-ambiental se ha dotado de mobiliario urbano y se observa un mayor mantenimiento de dichas áreas.



Foto 90. Basureros por clasificación de desechos sólidos.

3.3.4 AREAS VERDES

Dentro de las instalaciones de la planta geotérmica se observan escasas áreas verdes, en contraste con los alrededores de exuberante vegetación. Mientras que las existentes se encuentran a lo largo de la calle de acceso con engramado, algunas flores y setos; también hay palmeras bordeando los edificios.



Foto 91. Zona verde frente a torres de enfriamiento, donde se han sembrado setos y flores.



Foto 92. Palmeras en arriate frente a edificio



Foto 93. Arriates con engramados y setos en la parte posterior de zona de producción.

En la parte exterior del acceso a la planta se han realizado algunas obras en zonas verdes sembrando tuya como arbusto ornamental.



Foto 94. Zona verde en acceso a la central.

Las zonas verdes en las instalaciones complementarias han sido trabajadas, con engramados, sembrando plantas ornamentales y flores; como palmeras, tuyas y Ginger, entre otros.



Foto 95. Jardines en Parque Geo-ambiental.



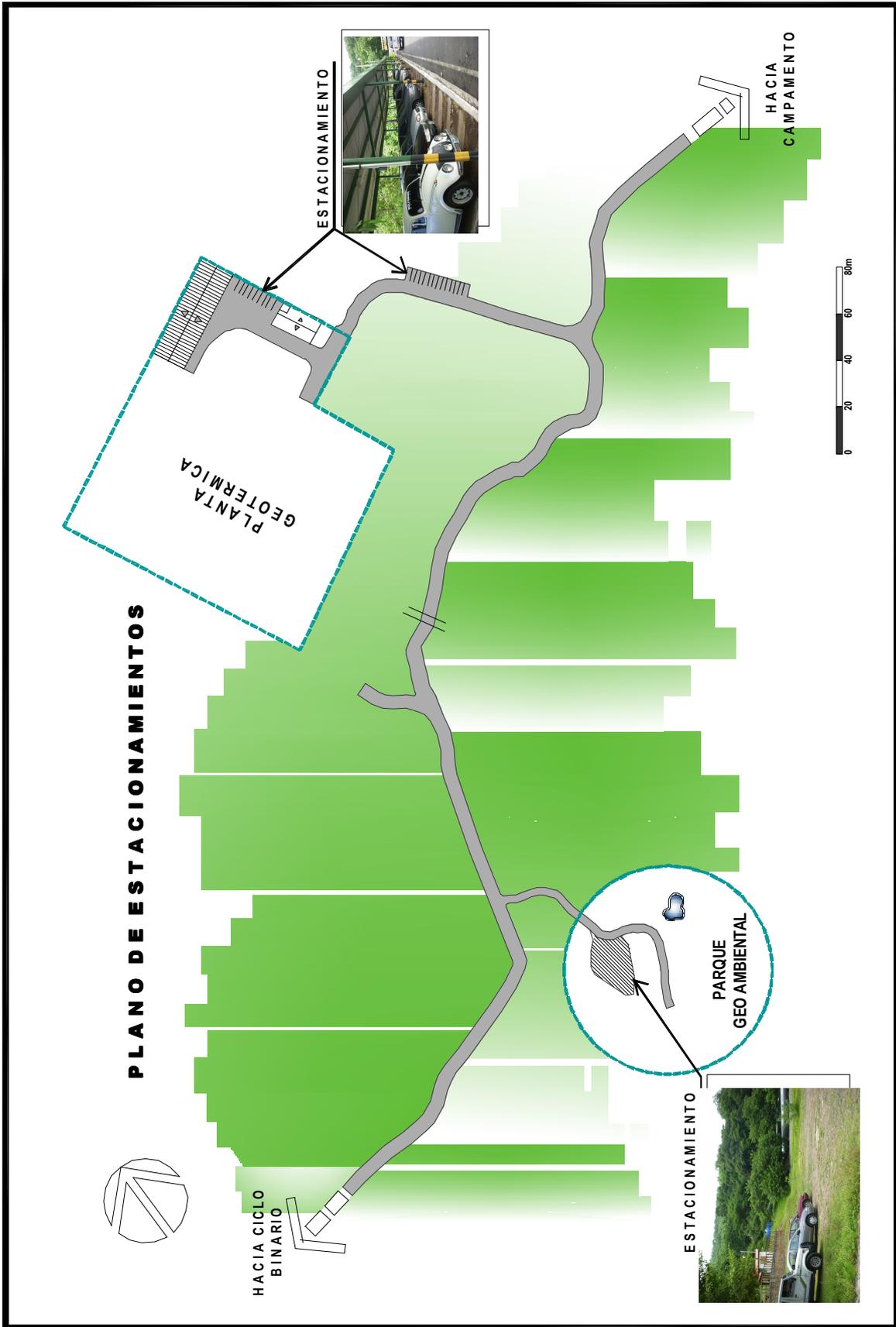
Foto 96. Palmeras enanas sembradas como decoración en Parque Geo-ambiental.

3.3.5 ESTACIONAMIENTO

Se cuentan con tres estacionamientos definidos, uno privado dentro de la Planta Geotérmica y dos para el público; de estos últimos uno se ubica a las afueras de la planta y el otro pertenece al Parque Geo-ambiental. (Ver plano)

En cuanto a las condiciones físicas del estacionamiento al público, el primero en las afueras de la planta esta bien definido, distribuido a un lado de la calle y parqueos a 90°, su recubrimiento en suelo es de franjas de concreto para mantener una mayor área de permeabilidad, también se encuentra techado. Entre las observaciones que podemos hacer es la falta de estacionamientos para discapacitados.

El segundo en el Parque Geo-ambiental es un área menos delimitada al aire libre, las plazas por vehículo no están marcadas y no posee recubrimiento de suelo. Entre las observaciones tenemos que la carencia de recubrimiento podría ocasionar problemas de drenaje en época de lluvias, también debería acondicionarse un camino para discapacitados, así como estacionamientos.



3.4 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS

De las observaciones que se han realizado en el análisis urbano y arquitectónico se plantean algunos problemas identificados en el campo geotérmico, estos son:

- No hay un diseño de parqueos para transporte colectivo, ni plazas para discapacitados.
- Carece de un espacio para la recepción de visitas, donde brindar información e indicaciones generales antes de ingresar a la planta.
- No posee un bloque de s.s. para visitantes dentro de la planta, que debe incluir un baño para discapacitados.
- No existe un recorrido definido para el visitante, y en algunas áreas fuera de la planta no existe una circulación definida y delimitada que sea clara para el turista.
- Señalización y rotulación informativa escasa, para indicar el recorrido o ubicar a las personas en que punto se encuentran.
- Los basureros en áreas exteriores (caminos, recintos animales) se observan en mal estado y sin implementar la clasificación de desechos.
- Existen pocas áreas verdes recreativas para visitantes y empleados; que funciones para el esparcimiento y convivencia de los usuarios.
- Al interior de la planta geotérmica carece de intervenciones en el diseño y creación de zonas verdes, aproximadamente el 90% del área se encuentra pavimentada.
- La promoción de las instalaciones es poca, la población desconoce lo que el campo geotérmico ofrece al visitante; se recomienda una campaña de promoción que de a conocer los atractivos turísticos y los beneficios de la energía geotérmica.

3.5 PLANTEAMIENTO DE NECESIDADES

En base al análisis realizado hemos identificado una serie de problemas para los cuales se deberán definir las necesidades y plantear soluciones, mediante la formulación de proyectos a corto, mediano y largo plazo.

Los proyectos se han clasificados en tres tipos: infraestructura, urbanísticos, y sociales.

PROYECTOS PROPUESTOS	
INFRAESTRUCTURA	<ol style="list-style-type: none">1. Diseñar y construir instalaciones destinadas a la recepción de visitantes, donde se puedan brindar charlas informativas, presentar videos, exponer imágenes; y que a la vez funcione como sala de espera antes de hincar un recorrido por la planta, en caso de alternar con mas de un grupo.2. Crear un bloque de baños para visitantes, que sean independientes del área de oficinas del personal.3. Crear un museo lúdico de geotermia en el centro de Alegría, que atraiga al turista y de a conocer sobre el proceso geotérmico y la importancia de una producción energética limpia. Además que se coordinen las visitas a la planta desde el museo y brinden la información de los atractivos del campo.4. Crear un espacio abierto donde concentrar grupos de visitas antes de iniciar el recorrido por los senderos interpretativos y donde el guía pueda dar indicaciones generales, así como una introducción sobre el programa de Geo-resguardo.

URBANOS	<ol style="list-style-type: none"> 5. Diseñar un recorrido turístico dentro de la planta geotérmica y que a la vez incluya el recorrido por las áreas complementarias y genere la integración de los espacios. 6. Diseñar señalización informativa y rotulación apropiada para las instalaciones fuera de la planta, que permita al visitante extraviado dentro del campo, reincorporarse al grupo. 7. Diseñar y construir más áreas verdes dentro de la planta que genere un entorno ecológico acorde al compromiso con el medio ambiente que la empresa mantiene. 8. Ubicar mas basureros en zonas públicas, caminos peatonales; implementando la clasificación de desechos y dar mantenimiento de los mismos para fomentar el compromiso con el medio ambiente. 9. Crear áreas verdes recreativas para el esparcimiento y convivencia del turista, así como de los empleados; considerando áreas de recreación pasiva y activa. 10. Definir las circulaciones peatonales al exterior de la planta, delimitarla mediante barreras, texturas, colores, etc. 11. Readecuar los estacionamientos de visitas, crear plazas para discapacitados, microbuses y/o buses, así como patios de maniobra para estos últimos.
SOCIALES	<ol style="list-style-type: none"> 12. Fomentar la promoción turística de la Central Geotérmica mediante un plan de divulgación con el fin de informar a la población los atractivos que ofrece y así dar a conocer sobre las ventajas de la energía geotérmica y las acciones que la empresa realiza en pro del medio ambiente y la población en general. 13. Crear un plan de desarrollo turístico que involucre a las comunidades que actualmente trabajan con FundaGeo, propiciando que estos puedan ofrecer los productos que elaboran (frutas deshidratadas, hortalizas, café de altura, plantas de vivero, etc.) al turista que visite el campo geotérmico.

3.6 ANALISIS ARQUITECTONICO

Es importante para comprender la evolución del diseño arquitectónico con el pasar del tiempo y que varía de acuerdo a la zona donde se edifica, ambos factores generan características particulares en los diseños.

La arquitectura de un determinado lugar es capaz de mostrarnos su historia a través de sus muros, sus materiales y detalles, porque las edificaciones denotan un contexto histórico, social, económico y político; estos se ven reflejados en la arquitectura.

Es así que la analizaremos tratando de interpretar lo que el arquitecto quiere proyectar al público y que factores influyeron en el diseño; dichos factores pueden ser físicos (topografía, clima, hidrografía, geología, etc.); o económicos (el diseño se limita por un presupuesto bajo), de seguridad (por las actividades que ahí se desarrollan) etc.

Para el desarrollo de nuestro análisis arquitectónico lo hemos dividido en tres sub temas:

- Tipologías de Diseño
- Color y texturas
- Iluminación

3.6.1 TIPOLOGIAS DE DISEÑO

Representan las características arquitectónicas propias de determinada tendencia o lugar, en nuestro caso analizamos las tipologías arquitectónicas implementadas por LaGeo. Dentro de éstas estudiaremos las formas, los materiales, los sistemas constructivos y tecnologías implementadas a lo largo de la construcción de los diversos proyectos en nuestro país.

Se identifican tres tipologías, cada una muestra diferentes características, que a continuación describiremos: La primera la encontramos dentro de la Planta Geotérmica corresponde a un diseño industrial.

PLANTA GEOTÉRMICA DE BERLÍN

Construida en etapas desde el año de 1998-2008, el diseño de sus edificios es similar al de una nave industrial, utilizando el sistema de pórticos que permiten la cobertura de una mayor luz, muy utilizado en el diseño industrial, pues permite grandes espacios libres de apoyos intermedios para el desarrollo de los procesos de producción, en nuestro caso, la generación eléctrica.

Las naves poseen características que las hacen elegibles para este tipo de centrales, tales como: la rapidez en su instalación, pues se construyen fácilmente por ser sistemas prefabricados compuestos por elementos elaborados fuera del sitio y hechos a la medida que luego se ensamblan en el sitio.

Los materiales utilizados en el diseño de la planta geotérmica son los perfiles metálicos, que se observan conformar la estructura del edificio, esto le permite la gran altura y el claro amplio. Para rigidizar la estructura se utilizan arriostrados tanto en paredes como en la cubierta.



Foto 98. Vista de la estructura metálica y arriostrado de los marcos.



Foto 97. Interior del edificio de Unidad I y II. (Área de producción)

En paredes se utilizan bloques de concreto, y paneles con recubrimiento de aislante R-13.

Al exterior en la parte superior de la pared del edificio esta recubierto de láminas onduladas fibrolit colocadas verticalmente, al interior se recubre con aislante térmico R-30 que contiene el ruido y evita se difunda al

exterior. El cielo falso en el área de control es de losas acústicas blancas tipo armstrong.

Los edificios de producción son de planta rectangular con una circulación en U, iluminación natural mediante una galería de ventanas altas al noroeste y sureste. Estas son de tipo onin con vidrio fijo.



Foto 99. Vista general de las instalaciones en la Planta Geotérmica de Berlín, en ella se aprecian las formas de tipo nave industrial en sus edificios.

De esta tipología podemos extraer las formas simples siguientes:

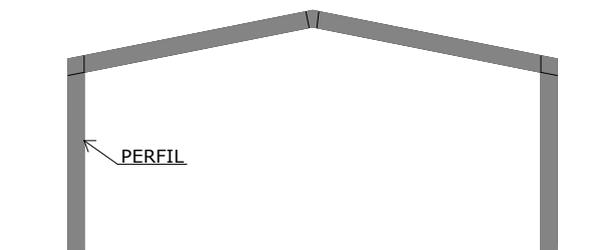


Imagen 20. Sección de transversal de nave en edificio de producción. Esta forma geométrica la podemos observar tanto en los edificios de producción como en el taller de mantenimiento y el almacén. Solo el edificio administrativo varía en su diseño y formas.

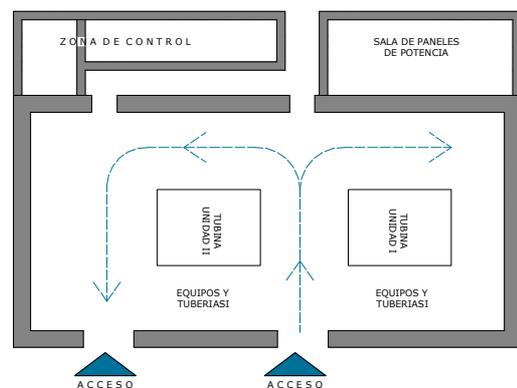


Imagen 21. Planta rectangular y circulación en U.

En el edificio administrativo se mantienen las formas rectangulares en su fachada y planta, con la característica de cubierta oculta mediante fascia.

El sistema constructivo en dicho edificio no es el mismo que en los de producción, cabe mencionar que el uso y función es totalmente diferente.

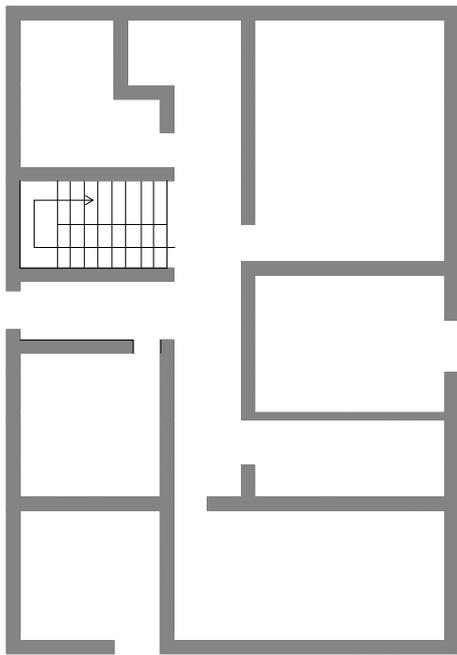


Imagen 22. Esquema en planta de edificio
Planta rectangular



Foto 100. Edificio administrativo

Los materiales utilizados son: paredes de bloque de concreto repelladas afinadas y pintadas; ventanas de vidrio corredizas con acabado polarizado, cielo falso con suspensión de aluminio y piso cerámico.

A diferencia de los demás edificios, este no posee las estructuras vistas, posee acabados en piso, paredes y cielos falsos.

Podría decirse que este edificio representa una variante de la tipología en el resto de la planta, porque muestra características distintas, aun así forma parte del plantel y se unifica con el resto de edificaciones mediante el uso del color.

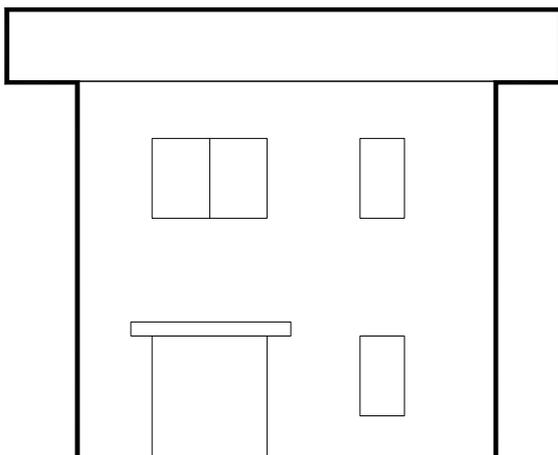


Imagen 23. Esquema de fachada en edificio administrativo, uso de formas rectangulares.

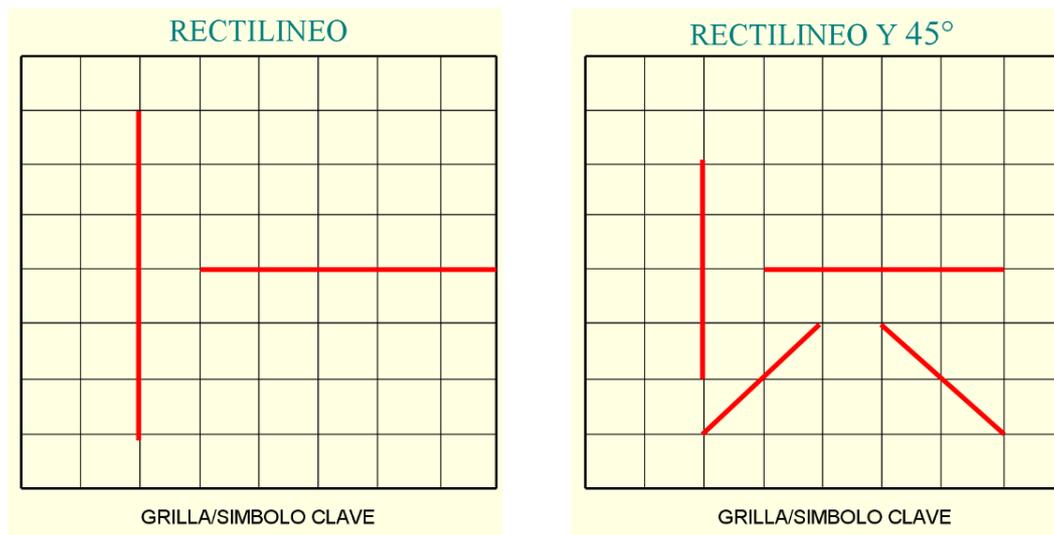
Las características generales de la tipología dentro de la planta son:

- Estructuras vistas
- Cubierta a dos aguas
- Uso de formas puras
- Combinación de materiales
- Circulaciones lineales

El diseño de la central es la primera tipología identificada y podemos clasificarlo según Jhon Wiley en “Drawing and Designing with Confidence” como diseño rectilíneo y a 45°, el cual se caracteriza por utilizar líneas verticales, horizontales y diagonales a 45° en una trama o grilla.

Aunque en su mayoría es dominado por el diseño rectilíneo a 90°, solo las torres de enfriamiento se ubican en diagonal; este tipo de diseño se califica como ordenado, básico, lógico, rígido y bien definido.

Imagen 24 y 25. Trama o grilla para diseño rectilíneo y a 45°



CAMPAMENTO DE EMPLEADOS

Segunda tipología identificada en el campo geotérmico de Berlín, cercano a la planta se encuentra el campamento de empleados, dicho espacio complementario asemeja un estilo rústico que entona con el área de emplazamiento, pues están ubicadas en el sector rural rodeados de abundante vegetación, un clima frío y diseñadas para albergar a los ingenieros y técnicos que laboran en la planta.

Características:

Techos de lámina galvanizada con teja de concreto tipo Venecia, aun cuando es lámina de fibrocemento se unifica mediante el color; fascia de fibrolit.

Paredes de ladrillo de barro tipo calavera puesto de lazo, en acabado español pintado color blanco. Ladrillo de barro visto y sisado en recubrimiento de columnas, estas contrastan con las paredes; ventanería con celosía de vidrio nevado en su mayoría a excepción de la casa club donde se combina con vidrio fijo polarizado.



Foto 101. Casa tipo en campamento de empleados



Foto 102. Rancho en Centro recreativo



Foto 103. Vista de pasillo en Casa Club

Cielo falso de tabla yeso y losetas de fibrolit, pisos cerámicos y de cemento; detalle de viga simulada con forro de plywood.

La tipología de diseño probablemente quiso asemejarse a las casa antiguas en el pueblo de alegría y algunas en el área de Berlín, con sus techos de teja y paredes blancas.



Foto 104 y 105. Tipología de viviendas en la ciudad de Alegria, con techos de teja, estructura de madera y paredes de adobe blancas u otros colores.

Existen algunas variaciones del estilo tradicional, como la utilización de cielos falsos de fibrolit para ocultar la estructura del techo, el combinar ventanas de celosía y corredizas, los pisos cerámicos; también se observan las variantes de materiales en cubierta manteniéndose la unidad en el conjunto mediante el uso del color, se encuentran techos de fibrolit, lamina galvanizada y teja.

Esto se justifica por la comodidad del usuario, pues el diseño está pensado en su confort, más que en la integración de la residencial con su entorno.

Esta tipología de diseño puede clasificarse según Jhon Wiley en “Drawing and Designing with Confidence” como diseño rectilíneo y 45° que utiliza líneas horizontales, verticales y diagonales.

OFICINAS CENTRALES

Ubicadas en la ciudad de Santa Tecla, alberga las oficinas administrativas y laboratorios; así como algunas instalaciones completarías (auditorio, biblioteca).

Representan un diseño más moderno que el de sus otras edificaciones pero a la vez incluye detalles que son característicos en sus nuevas construcciones, implementando la conceptualización arquitectónica de los elementos que conforman el proceso geotérmico.



Foto 106. Oficina central ubicada en Santa Tecla

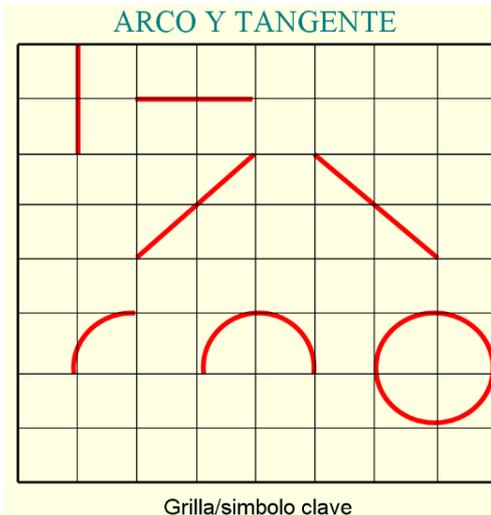


Foto 107. Edificio de oficinas centrales



Foto 108. Vista en perspectiva de oficinas centrales de LaGeo.

Su diseño se puede clasificar según Mike W. Lin en “Drawing and Designing with Confidence” como de arco y tangente, que se caracteriza por la utilización de líneas rectas, diagonales, arcos, círculos y semicírculos sobre una trama.



Las características de este tipo de diseño son: atractivo, suave, agradable, formal, elegante, fluido.

Lo ubicamos dentro de esta clasificación al observar su volumetría y distribución en planta.

Imagen 27. Trama para diseño de arcos y tangentes

Las formas utilizadas son rectángulos y círculos con sustracción y adición, formas básicas combinadas en planta; otro fundamento del diseño aplicado es la repetición de planos (planos seriados), en acceso al edificio.

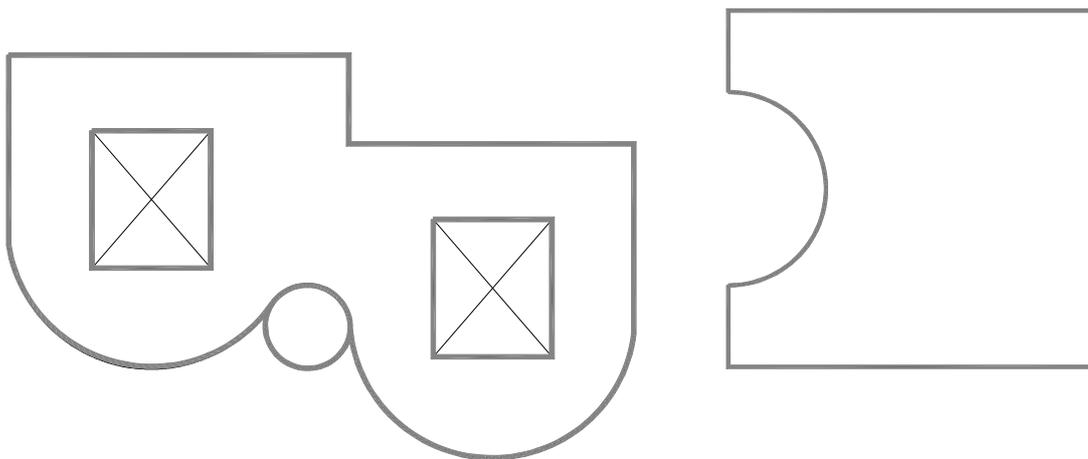


Imagen 28. Esquema de formas geométricas con adiciones y sustracciones que se han implementado en el edificio de oficinas.

En estas instalaciones se juega con las formas tanto en planta como en elevación y posee características propias que representan la arquitectura propia de LaGeo y que deben reconsiderarse, en futuros proyectos creando una tipología propia.



Foto 109. Vista al interior de edificio administrativo central.

Algunos elementos son:

- Uso de superficie traslúcida
- Perfilería vista, jardines centrales
- Paredes blancas
- Acabados en pisos y cielos

Los materiales utilizados en el edificio son: paredes de bloque repelladas, afinadas y pintadas, espejo ahumado de espesor de 5mm en superficie de paredes translúcidas, pisos cerámicos, baldosa de barro, piedra laja triturada y concreto estampado. Ventanas de vidrio corrediza color verde y proyectables.

Esta es la última tipología identificada dentro de la empresa y la más recientemente construida, en el año 2001 por los arquitectos de LaGeo; representa la arquitectura conceptualizada que se pretende implementar proyectando la imagen visual de la empresa, con sus detalles particulares.

La arquitectura representa el uso o función de un edificio, por ello se comprende que esta tipología no se asemeje a sus construcciones en Berlín, pues fueron diseñadas para oficinas.

3.6.3 COLOR Y TEXTURA

El uso del color y textura en su arquitectura es uno de los elementos que da unidad, pues manejan una gama de colores determinados, como la representada en su logotipo, además utiliza texturas de materiales vistos.

Dentro de las oficinas centrales se utilizan colores tales como: blanco, verde y gris metálico. En las plantas geotérmicas se utiliza una paleta de colores más diversa, como verde claro en sus edificios, grises y blancos al interior en pisos, paredes y estructura de soporte. También se tienen los colores industriales estándar que por norma deben utilizar dentro de la planta, para marcar las rutas y diferenciar las distintas tuberías.

COLORES PRINCIPALES

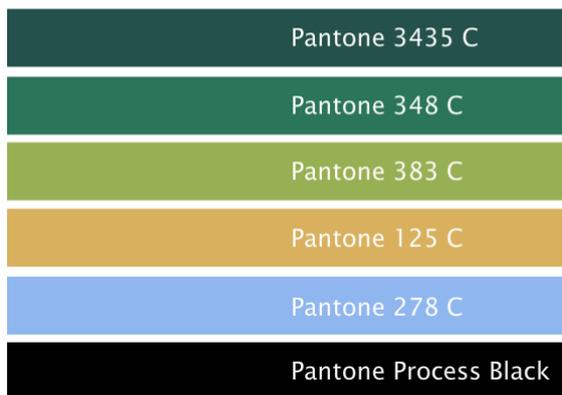


Imagen 29. Paleta de colores utilizada en logotipo

Entre las texturas utilizadas tenemos la metálica lisa o ranurada (en detalle de columnas), recubrimiento de lámina lisa y acanalada (en Planta Geotérmica); piedra al natural (en escaleras de Oficina Central) En circulación peatonal al exterior; Vidrio liso y transparente (en oficina central) Ladrillo visto (en campamento)

En las imágenes de las plantas existentes observamos la aplicación del color y la paleta que actualmente se implementa.



Foto 110. Edificio dentro de Planta Geotérmica de Berlín.



Foto 111. Edificio dentro de Planta Geotérmica de Ahuachapán.

3.6.4 ILUMINACION

La iluminación se relaciona con la actividad del lugar, es decir que, de acuerdo a las actividades que se realicen en determinado espacio se requiere de una mayor o menor iluminación. Es así que no tendremos la misma en el área de producción que en el área administrativa, o en las oficinas centrales, pues las funciones que se desarrollan en cada espacio son distintas.

En las instalaciones se implementa la iluminación natural, mediante galería de ventanas altas o grandes superficies vidriadas, a excepción de algunas áreas que por protección de equipos no posee ventanas, su iluminación y ventilación es totalmente artificial; pero por las funciones que ahí se realizan se requiere de una buena iluminación.



Foto 112. Galería de ventanas en zona de producción que brindan iluminación natural al interior.



Foto 113. Iluminación artificial en zona de acceso restringido dentro de la planta.



Foto 114. Iluminación artificial en oficina de monitoreo.



Foto 115. Lámparas en zona de producción como iluminación artificial.

A diferencia de las instalaciones de la planta geotérmica la iluminación en las oficinas centrales es diferente, se implementa un diseño de iluminación para resaltar detalles o zonas. Aunque se mantiene un criterio de superficies transparentes que permiten la iluminación natural, evitando el uso de luminarias en horas del día; dicho criterio se vuelve característico en su imagen visual. Aunque siempre existen espacios que requieren de una combinación de ambos donde hace necesario la iluminación artificial, como en pasillos de circulación, oficinas al interior que carecen de ventanas, auditorio que por su función requiere la regulación de iluminación, etc.

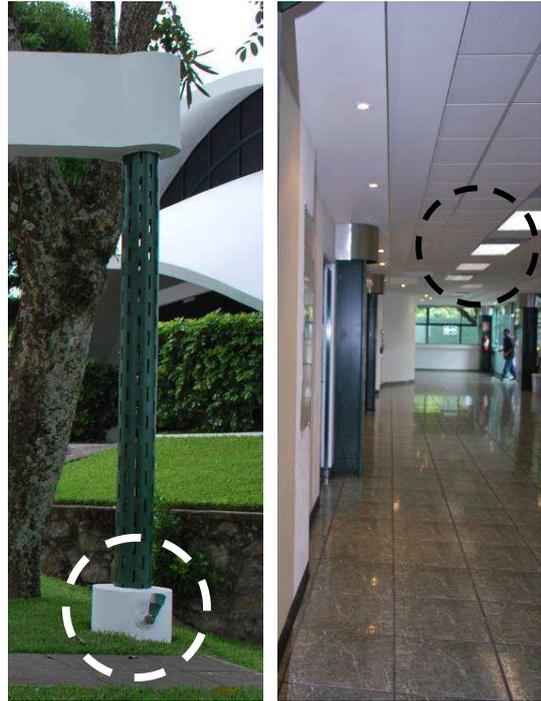


Foto 116. (Izquierda) Muestra el detalle de iluminación en columnas, para realzar el detalle arquitectónico.

Foto 117. (Derecha) Iluminación en pasillos mediante pantallas empotradas en cielo falso, y utilización de ojos de buey en molduras



Foto 118. En la fachada de las oficinas centrales se pueden apreciar la ventanearía que proporciona iluminación natural al interior.

CAPITULO 4. PROPUESTAS

4.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO

Los principios de diseño de la Arquitectura Geotérmica en El Salvador han surgido de la ideología, valores y visión de la empresa; son los arquitectos de LaGeo quienes han plasmado estos principios en sus edificaciones.

Para definirlos nos hemos basado en el análisis de las obras construidas presentado en el capítulo anterior, pues mediante el estudio de lo existentes observamos su aplicación.

Los principios identificados son cuatro:

- Respeto y armonía con el medio ambiente
- Conceptualización arquitectónica
- Transparencia
- Estructuras vistas

Son estos los que rigen la arquitectura geotérmica y sus diseños, reflejando en sus construcciones la identidad arquitectónica de LaGeo; misma que buscamos comprender y divulgar mediante la presente investigación.

Respeto y armonía con el medio ambiente:

Este principio nace de los valores de LaGeo y la mística de la organización donde se encuentra plasmado. Pretende integrar los proyectos con el entorno natural creando diseños en armonía, cuyo impacto ambiental sea minimizado.

Conceptualización arquitectónica:

Es el uso de la abstracción de objetos o elementos que intervienen en el proceso de extracción y producción de energía geotérmica; aplicados en el diseño.

Transparencia:

Mostrar transparencia en sus funciones y apertura de la administración.

Estructuras vistas

Recordando el diseño industrial de las plantas geotérmicas donde se utilizan las estructuras vistas.

4.2 ELEMENTOS GEOTERMICOS

Entiéndase para este documento, como aquellos que conforman el proceso de extracción y transformación del vapor en energía eléctrica, desde el más sencillo al más complejo se considerará como elemento geotérmico.

Dichos elementos se estudiarán con el fin de extraer características o partes, que puedan ser conceptualizadas en el diseño urbano arquitectónico; esto quiere decir que se pueden implementar sus formas, colores, texturas aplicadas en elementos urbanos (mobiliario urbano, diseño de zonas verdes, caminos, senderos, etc.) o arquitectónicos (edificios, detalles constructivos, etc.)

Es de la conceptualización que obtendremos esos detalles característicos de la nueva arquitectura geotérmica en El Salvador, desarrollada por LaGeo, como empresa pionera en este rubro y que consolidará su identidad visual ante el público.

4.2.1 ANALISIS DE LAS FORMAS

Partiendo de los elementos geotérmicos hemos extraer las formas geométricas puras que pueden ser descompuestas para los fines del diseño y la conceptualización.

ELEMENTOS GEOTERMICOS



Foto 119. Silenciador



Foto 120. Colector de vapor

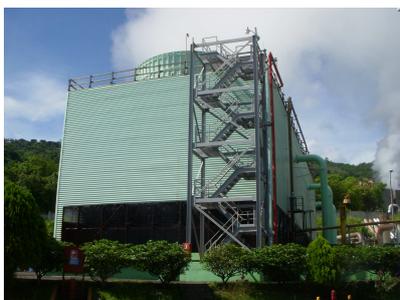


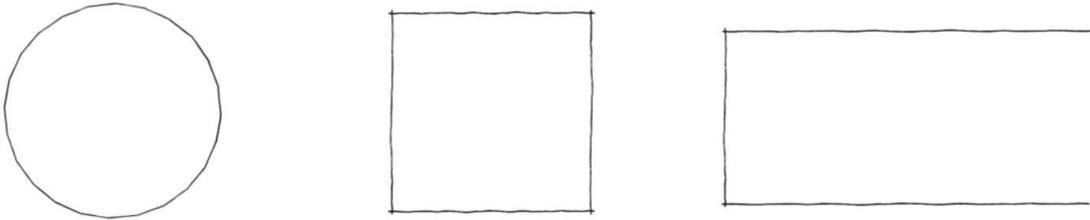
Foto 121. Torre de enfriamiento



Foto 122. Separador de Humedad

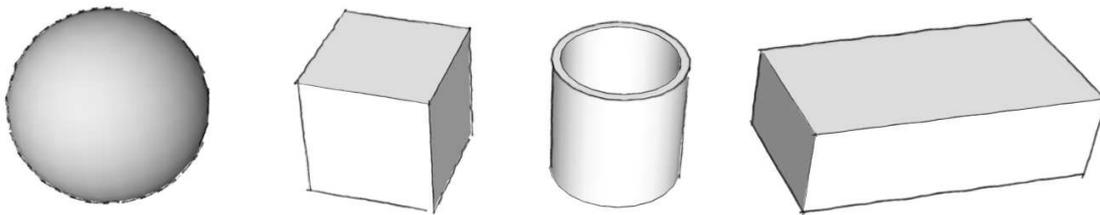
Figuras Geométricas

Si analizamos la morfología de los elementos podemos extraer tres figuras básicas, el círculo, el cuadrado y el rectángulo.



Volúmenes geométricos

Si extraemos las formas geométricas de los elementos tenemos: la esfera, el cubo, el cilindro y el prisma; todos ellos se observan en la volumetría, para

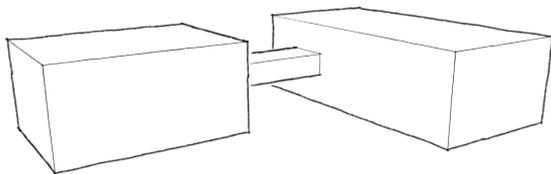
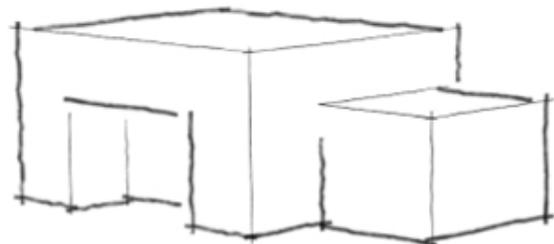
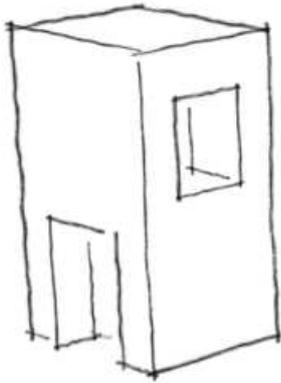
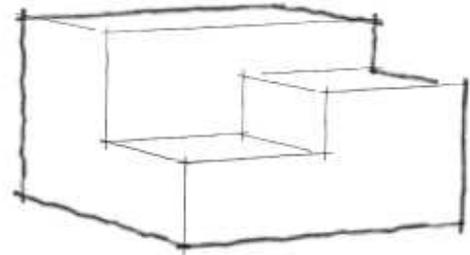
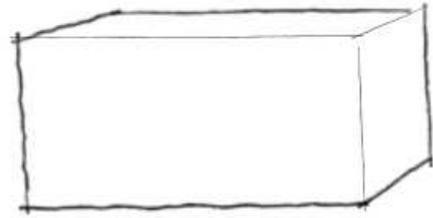


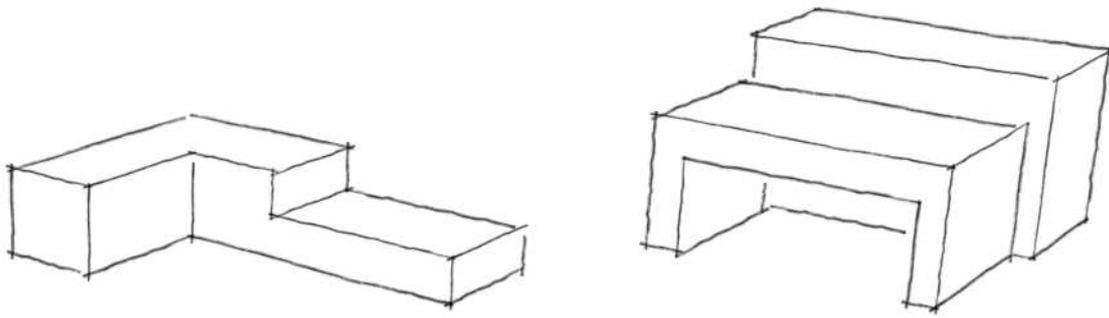
propósitos del diseño geotérmico podemos retomar una forma y descomponerla o combinarla, pero que a la vez su concepción tenga un significado proveniente del análisis formal. Es así que la arquitectura geotérmica se rige por el principio de la conceptualización generando una etapa de diseño análogo.

La descomposición o deformación de figuras geométricas se hace mediante la adición y sustracción a la volumetría. Esto se hace con el objeto de mostrar como el principio de conceptualización de un elemento geotérmico industrial es retomado y representado en la concepción formal de la arquitectura y es el arquitecto quien tiene la capacidad de crear esa abstracción y combinarla con otros principios a fin de darle el carácter al edificio.

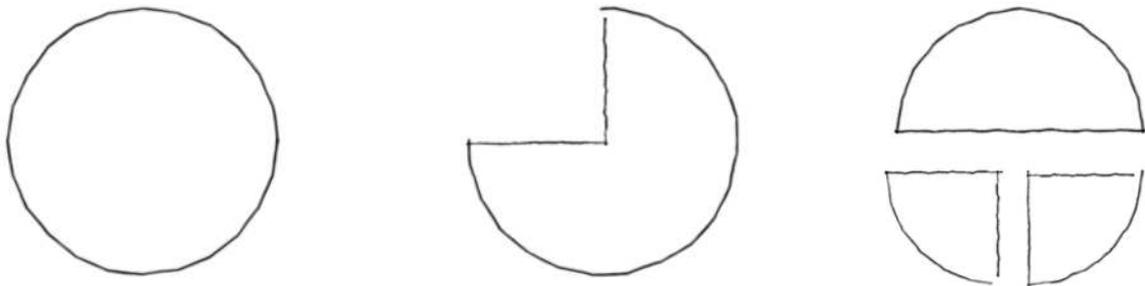
Obsérvese como un cubo puede ser descompuesto creando diversidad de formas que bien pueden utilizarse en el diseño formal de la arquitectura.

Si además de la adición utilizamos el principio de proyectación de la composición, entonces tenemos un conjunto de elementos que conforman una distribución espacial y que puede aplicarse a un diseño

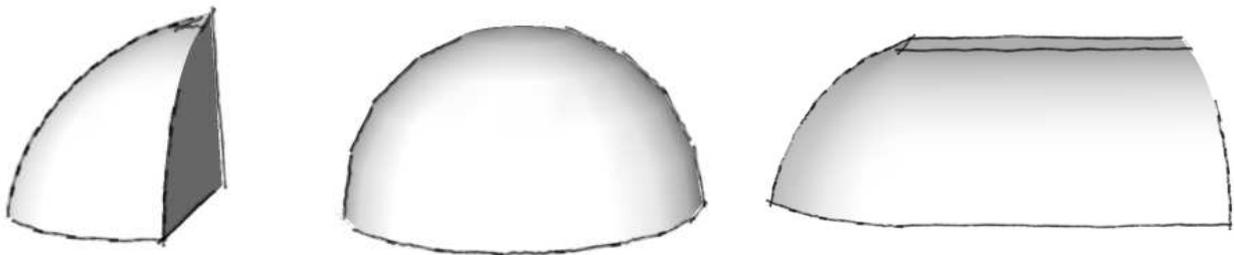




La descomposición del círculo puede tener varias formas de aplicación en arquitectura, sobre todo en el diseño en planta.

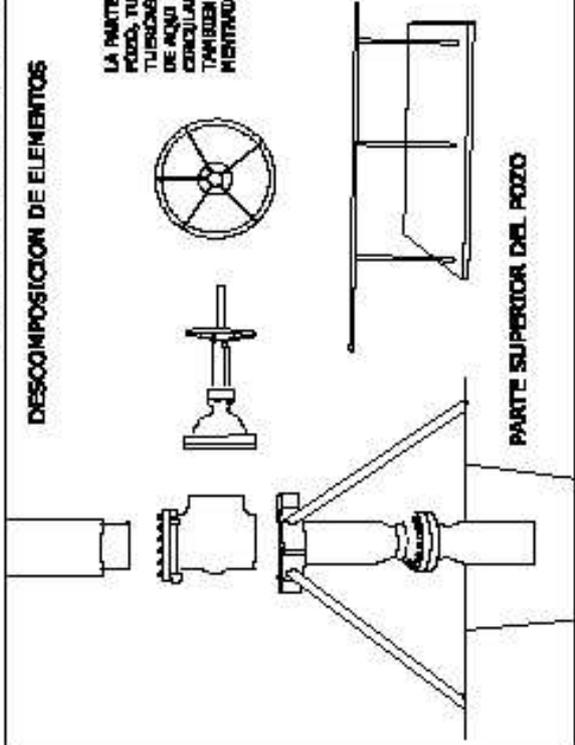
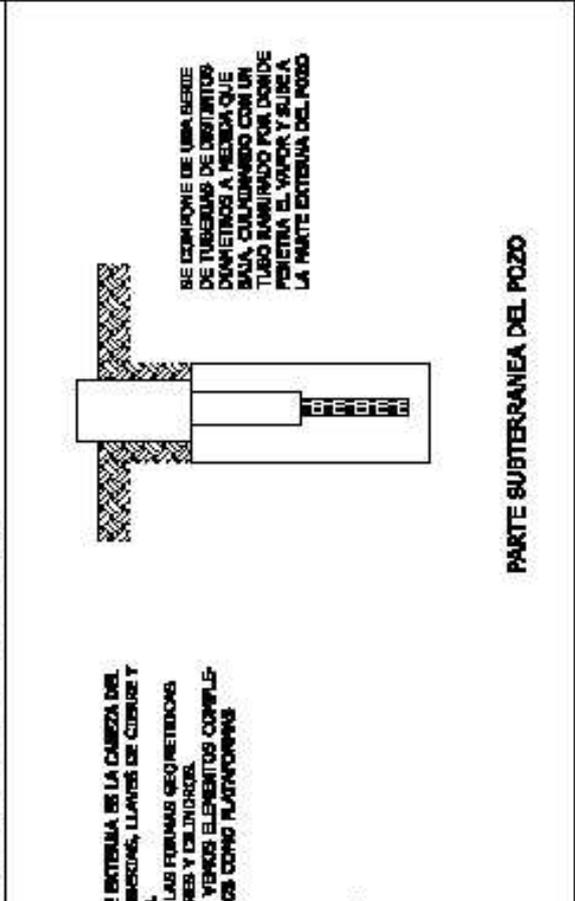


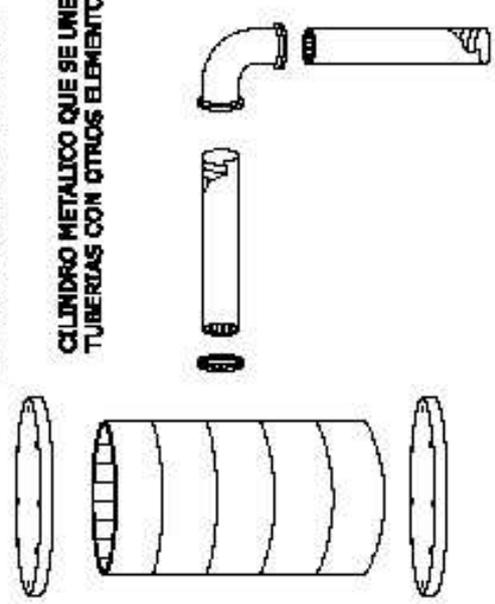
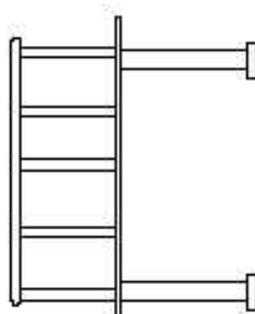
Deformación de la esfera

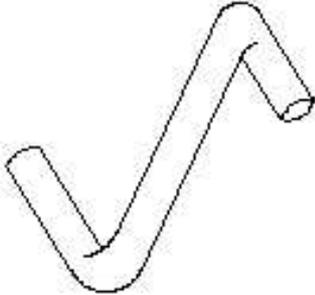
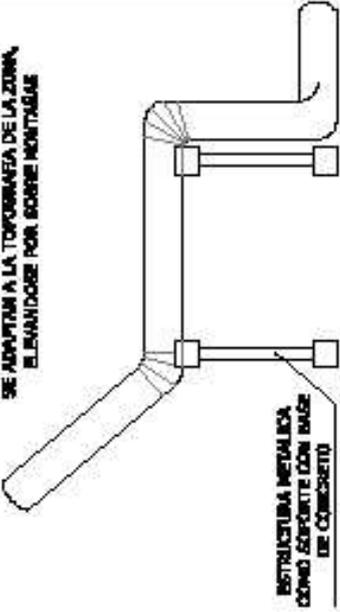
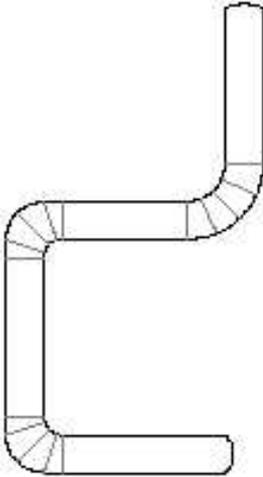


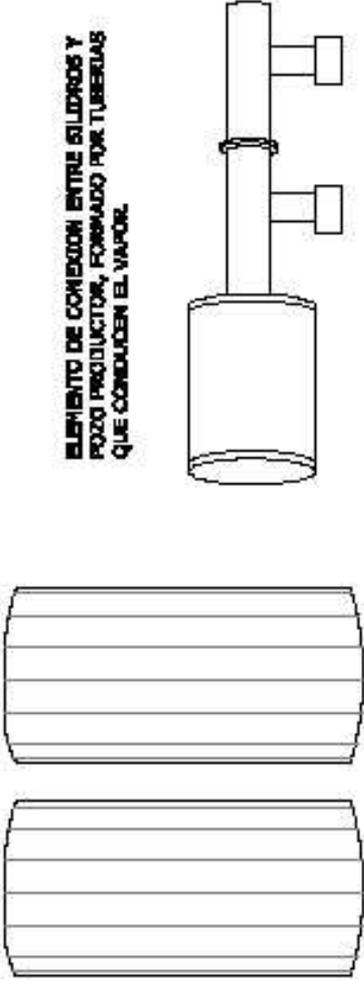
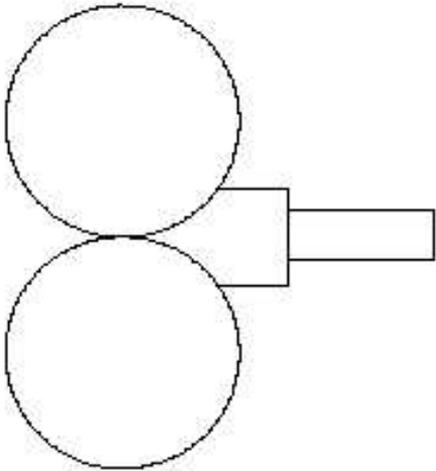
4.2.2 FICHAS DE ANALISIS

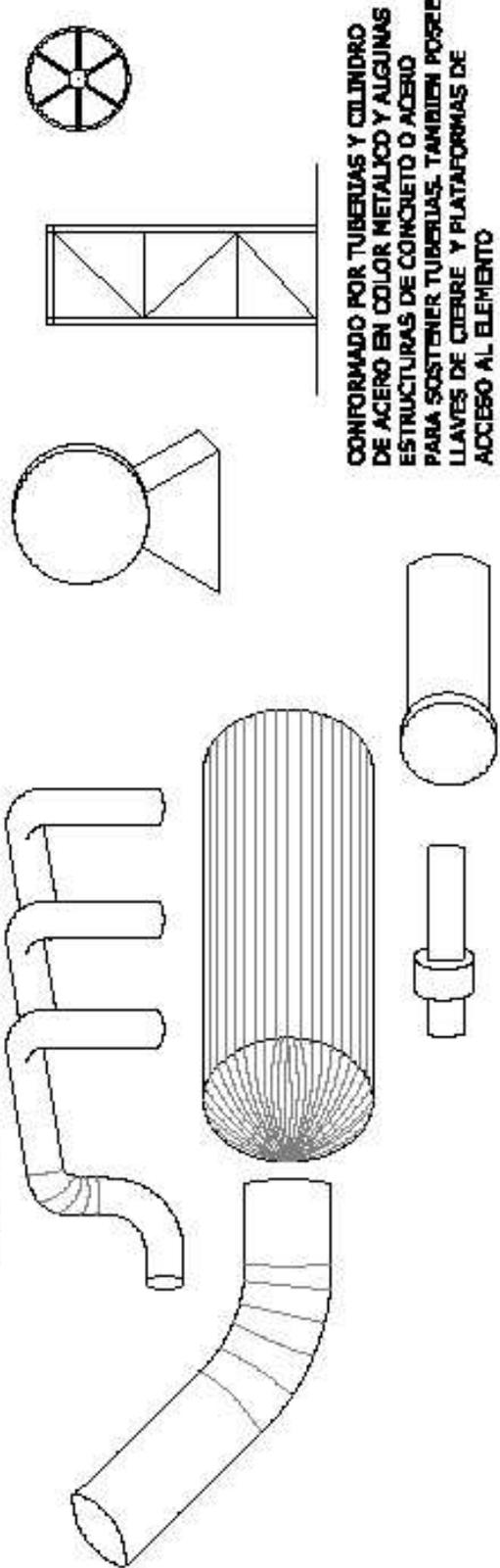
El análisis morfológico de los elementos geotérmicos se realiza para mostrar la descomposición de los mismos, en formas, colores, texturas, etc. Con el fin de aplicarlas al diseño arquitectónico o de elementos urbanos, retomando partes o características de dicho elemento.

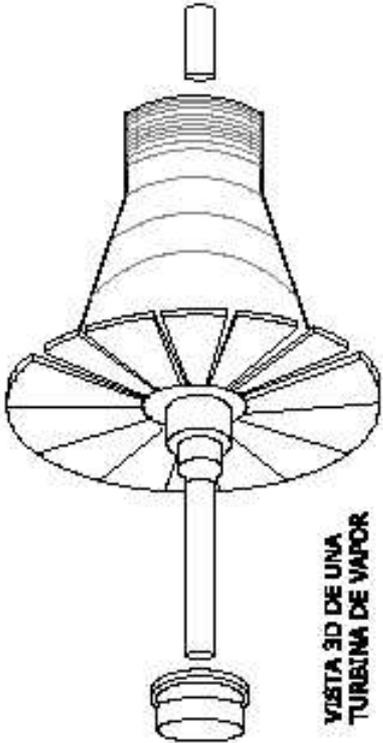
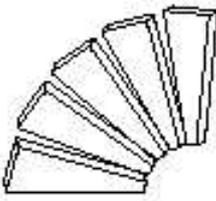
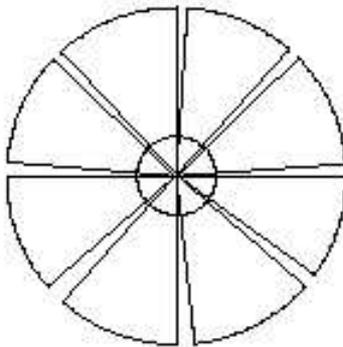
ELEMENTO: POZO PRODUCTOR	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO REVESTIDAS CON CAPAS DE CILICATO DE CALCIO Y LAMINA GALVANIZADA</p> <p>COLORES</p>  <p>TEXTURAS TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO REVESTIDAS CON CAPAS DE CILICATO DE CALCIO Y LAMINA GALVANIZADA</p>
<p style="text-align: center;">ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="853 1176 1428 1921"> <p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p>  <p>LA PARTE EXTERNA DE LA CABEZA DEL POZO, TUBERIAS, LLAVES DE CUERRE Y TUBERIAS DE AGUA LAS FORMAS GEOMETRICAS CIRCULARES Y CILINDRICAS. TAMBIEN VEROS ELEMENTOS COMO PLATAFORMAS COMO PLATAFORMAS</p> <p style="text-align: right;">PARTE SUPERIOR DEL POZO</p> </div> <div data-bbox="853 275 1428 1176">  <p>DE COMPONE DE UNA BERGE DE TUBERIAS DE DISTINTOS DIAMETROS A MEDIDA QUE BAJA, CULMINADO CON UN TUBO BARRILADO POR DONDE PERICITA EL VAPOR Y SUBE A LA PARTE EXTERNA DEL POZO</p> <p style="text-align: right;">PARTE SUBTERRANEA DEL POZO</p> </div> </div>	

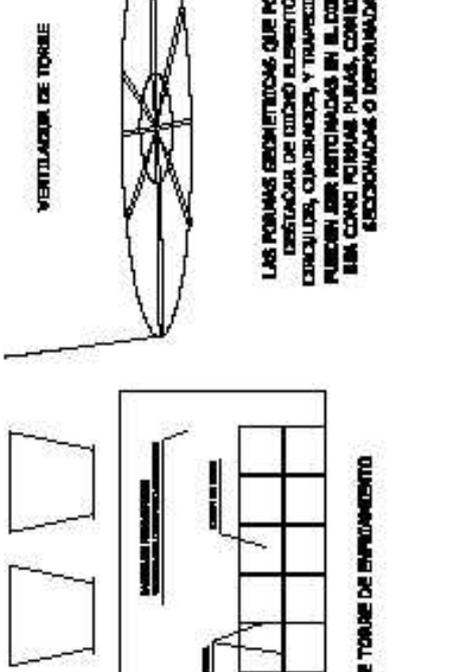
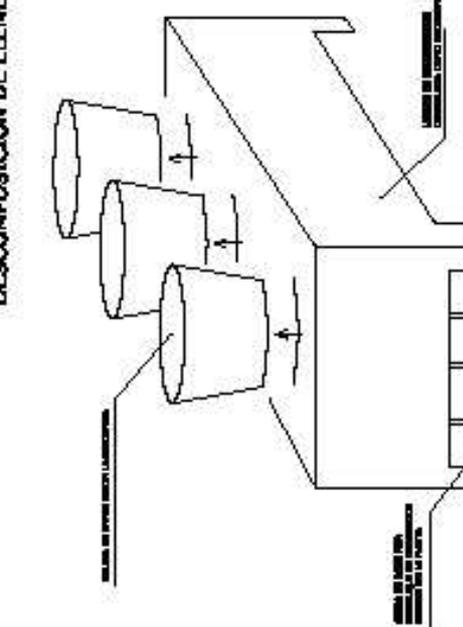
ELEMENTO: SEPARADOR CICLONICO	DESCRIPCION
<p>MATERIAL</p> <p>Cilindro y tuberías de acero al carbono</p> <p>COLORES</p> <p>  </p> <p>TEXTURAS</p> <p>Lamina lisa</p>	<p>ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS</p> <p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p> <p>CILINDRO METALICO QUE SE UNE POR TUBERIAS CON OTROS ELEMENTOS</p>  <p>ESTRUCTURAS METALICAS ADOSSADAS PARA FACILITAR EL ACCESO AL ELEMENTO PARA OBRAS DE MANTENIMIENTO</p> 

ELEMENTO: TUBERIAS DE VAPOR	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO REVESTIDAS CON CAPAS DE CLORATO DE CALCIO Y LAMINA GALVANIZADA</p> <p>COLORES  </p> <p>TEXTURAS MALLA PARA INVERNADERO</p> <p>ACABADO PINTURA COLOR VERDE</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p>SON ESTRUCTURAS DE GRANES DIAMETROS PERO REALMENTE SE CONTROLAN VARIAS CAPAS PARA AISLAR EL CALOR.</p> 	<p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p>  <p>SE ADAPTAN A LA TOPOGRAFIA DE LA ZONA ELEVANDOSE POR SOBRE MONTAÑAS</p> <p>ESTRUCTURA METALICA COMO SOPORTE CON BASE DE CONCRETO</p>  <p>LAS TUBERIAS PASAN SOBRE LAS CALLES EN FORMA DE ARCO ASISTIDAS POR ESTRUCTURAS METALICAS</p>

ELEMENTO: SILENCIADOR ATMOSFERICO	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL CILINDROS DE CONCRETO ABIERTOS EN SU PARTE SUPERIOR, PUEDEN SER METALICOS TAMBIEN PUEDE VARIAR SU FORMA DE CILINDRO AL CUADRADO</p> <p>COLORES COLOR NATURAL DEL CEMENTO O PINTURA COLOR BLANCO</p> <p>TEXTURAS CONCRETO AFINADO</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p>VOLUMETRIA</p>  <p>ELEMENTO DE CONEXION ENTRE SILENCIOS Y POZO PRODUCTOR, FORMADO POR TUBERIAS QUE CONDUCE EL VAPORES.</p>	 <p>VISTA EN PLANTA DE SILENCIADOR</p>

ELEMENTO: COLECTOR DE VAPOR	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL CILINDRO CERRADO DE ACERO Y TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO</p> <p>COLORES </p> <p>TEXTURAS</p> <p>ACABADO</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p>  <p>CONFORMADO POR TUBERIAS Y CILINDRO DE ACERO EN COLOR METALICO Y ALGUNAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO O ACERO PARA SOSTENER TUBERIAS. TAMBIEN POREE LLAVES DE CIERRE Y PLATAFORMAS DE ACCESO AL ELEMENTO</p>	

ELEMENTO: TURBINA	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL METAL Y ACERO</p> <p>COLORES COLOR METALICO DE MATERIAL VISTO</p> <p>TEXTURAS ALABES LISOS</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p style="text-align: center;">DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p>  <p style="text-align: right;">VISTA 3D DE UNA TURBINA DE VAPOR</p>	 <p>ALABES DE LA TURBINA ESTAS PIEZAS SE HAN UTILIZADO EN ESCALES DE EDIFICIO COMO Peldaños</p>  <p>FIGURA PLANIMETRICA DE LA TURBINA Y SUS ALABES, ESTA PUEDE SER IMPLEMENTADA EN DISEÑOS RADIALES, SEAN URBANOS O ARQUITECTONICOS, COMO UNA TRAMA</p>

ELEMENTO: TORRE DE ENFRIAMIENTO	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL</p> <p>ESTRUCTURA INTERNA DE MADERA, AL EXTERIOR SE ENCUENTRA RECUBIERTA CON LAMINAS DE FIBROCEMENTO ONDULADO</p> <p>COLORES</p>  <p>TEXTURAS</p> <p>LAMINA ONDULADA</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p> 	 <p>VENTILADOR DE TORRE</p> <p>LAS FORMAS GEOMETRICAS QUE PODRIAN REPRESENTAR DE ESTE TIPO DE ELEMENTO SON CILINDROS, CUADRADOS, Y TRIANGULOS. ESTAS PUEDEN SER RECOMBINADAS EN EL DISEÑO, YA SEA COMO FORMAS PURAS, COMBINADAS, SECCIONADAS O DEFORMADAS.</p>  <p>MATERIAL DE FIBROCEMENTO ONDULADO</p> <p>MATERIAL DE MADERA</p> <p>ENCHUSA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO</p>

4.3 LINEAMIENTOS DE DISEÑO

Los lineamientos de diseño se plantean a partir de los principios y son de carácter general, con el objetivo que puedan ser aplicados a futuro en cualquier obra de la arquitectura geotérmica. Debemos aclarar que al hablar de arquitectura en LaGeo, no solo nos limitamos a edificios y espacios cerrados, sino también a ordenamiento y planificación urbana, en este caso de los campos geotérmicos. Partiendo de esta idea podemos plantear lineamientos enfocados a obras urbanas, pero que reflejen la aplicación de los principios de diseño.

A continuación se plantean lineamientos generales de diseño partiendo de un principio existente.

Principio: Respeto y armonía con el medio ambiente

- Preservar el medio ambiente en las áreas naturales donde se emplazan los campos geotérmicos mediante el uso de materiales y procesos constructivos ecológicos, tratando de minimizar el impacto ambiental en el paisaje natural.
- Utilización de materiales de origen natural y de la zona circundante, ecológicos y nuevas tecnologías enfocadas a optimizar la integración con el medio ambiente.
- Analizar las zonas de emplazamiento de los campos, con el fin de estudiar las características físicas, arquitectónicas y culturales de las ciudades o pueblos cercanos. Y así diseñar en armonía con el paisaje cultural, tratando de rescatar y preservar las topologías vernáculas locales.
- Incluir obras verdes en el diseño de cada proyecto, representando el compromiso ambiental de LaGeo.
- Representar el principio mediante el uso de colores verdes, específicamente los utilizados en el logo de la empresa.
- Considerar nuevos materiales y productos que ofrece el mercado que sean favorables al medio ambiente para toda edificación.

Principio: Conceptualización arquitectónica

- El diseño debe basarse en algún elemento que intervenga en el proceso geotérmico, retomando partes y logrando la abstracción de dicho elemento y que se vea reflejado en el diseño.
- Diseño análogo puede basarse no solo en elementos industriales, sino también en elementos de la naturaleza, pues la geotermia es un recurso natural y partiendo de eso podemos aprovechar elementos naturales como la tierra, las piedras, el agua, etc.
- Analizar y desglosar las formas geométricas y volumétricas de maquinaria o estructuras para ser utilizadas en el diseño formal o su distribución en conjunto.

Principio: Transparencia

- Fomentar la transparencia de los procesos dentro de la empresa, mediante el uso de superficies que permitan esto, podrán utilizarse los materiales tradicionales como vidrio o nuevas alternativas.
- Diseño de planta libre donde el espacio interior no se cierre en su totalidad.
- Crear espacios abiertos que integren la naturaleza exterior con el interior y que a la vez propicie la convivencia y comunicación entre los usuarios.
- Interiorización y exteriorización del espacio.

Principio: Estructuras vistas

- Mantener algunas estructuras vistas que recuerdan la tipología industrial de las plantas geotérmicas.
- En caso de utilizar las estructuras vistas resaltarlas mediante el uso de colores o integrarlas al diseño combinándolas con otros materiales.

4.3.1 OBRAS EXISTENTES

A continuación se presentará una recopilación de las obras arquitectónicas existentes dentro de LaGeo, ejemplo de aplicación de los principios de diseño de la empresa; estas han sido analizadas en cuanto a su diseño, son explicadas respecto al significado que simbolizan y se presentan mediante fichas de análisis por elemento.

EDIFICIO TECNICO-ADMINISTRATIVO

En el podemos ver ejemplificados los principios de la arquitectura implementada por LaGeo, mediante el uso de analogías en el diseño formal, la transparencia en grandes superficies vidriadas, estructuras vistas al interior y el uso de colores representativos de la empresa.



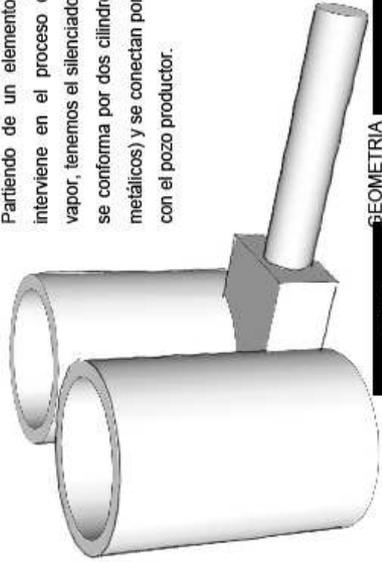
El conjunto representa un silenciador atmosférico conectado hacia una plataforma de pozo, siendo el edificio principal los cilindros de concreto y el detalle de acceso representa la tubería que conecta con el pozo.



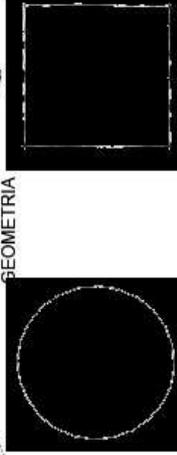
Vista en perspectiva de oficinas centrales de LaGeo.

VOLUMETRIA

Partiendo de un elemento geotérmico que interviene en el proceso de extracción de vapor, tenemos el silenciador atmosférico que se conforma por dos cilindros de concreto (o metálicos) y se conectan por medio de tubería con el pozo productor.



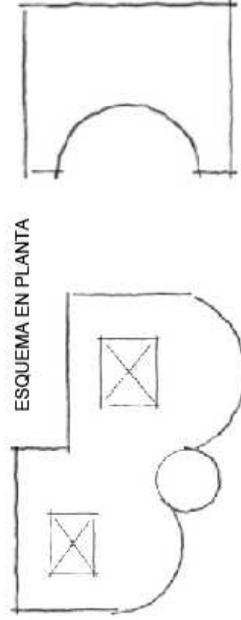
GEOMETRIA



De la volumetría del elemento podemos extraer la forma circular que predomina, aunque también se tiene el cuadrado en la conexión de la tubería.

Para el diseño en planta se fusionaron las formas dando como resultado la planta que asemeja los cilindros del silenciador y si lo vemos en conjunto tenemos la composición de círculos y cuadrados con adición y sustracción.

ESQUEMA EN PLANTA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



OBRA EXISTENTES

EDIFICIO TECNICO ADMINISTRATIVO

CONTENIDO:
ANALISIS DE CONJUNTO

HOJA:
01

DETALLE DE ESCALERAS

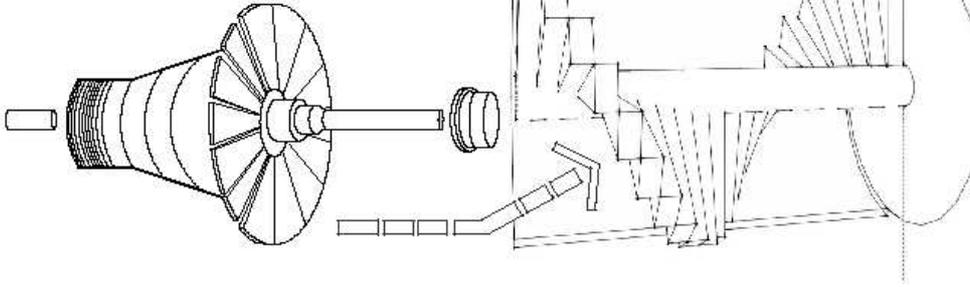
Detalle de las escaleras en edificio de oficinas centrales, el cual fue conceptualizado de los alabes de la turbina, basándose en ellos podemos ver que estos giran al rededor de un eje central al igual que los peldaños de la escalera giran alrededor de una columna (eje central)



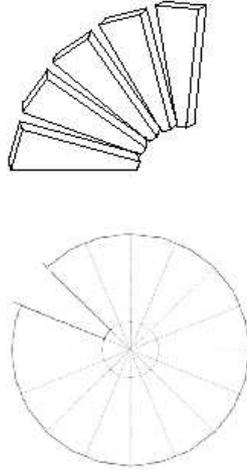
EJE CENTRAL DE ESCALERAS

Aunque se implemente la forma de un elemento geotérmico, no necesariamente se utilizan los mismos materiales, en este caso tenemos una escalera helicoidal de piedra, envuelto por una superficie vidriada, pasamanos de aceros y planta circular.

ESQUEMA DE TURBINA

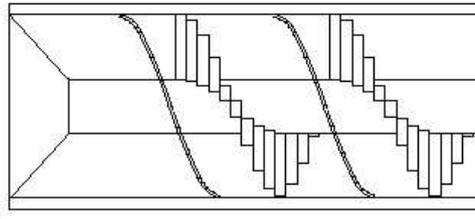


GEOMETRÍA



Analizando las formas de la turbina, extraemos el círculo y el segmento de círculo como figura geométrica aplicada en un detalle arquitectónico.

En este caso se retomó la forma de los alabes, utilizando en las huellas de la escalera, además el elemento completo representa la forma de una turbina, como se aprecia en la elevación.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



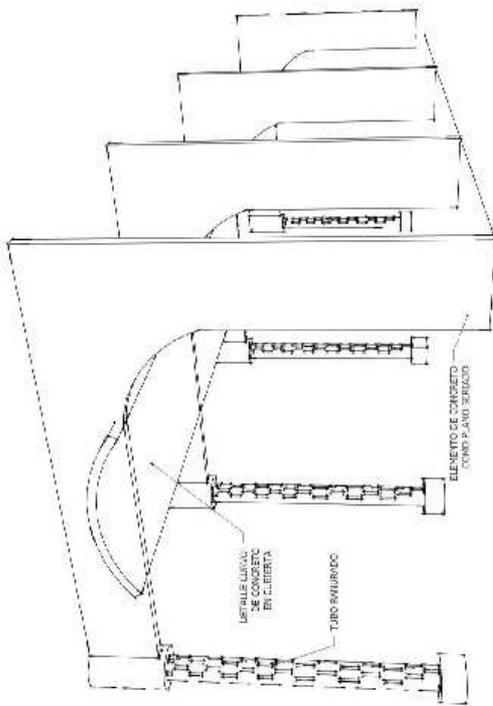
OBRAS EXISTENTES
EDIFICIO TECNICO ADMINISTRATIVO

CONTENIDO:
ANALISIS ESCALERAS

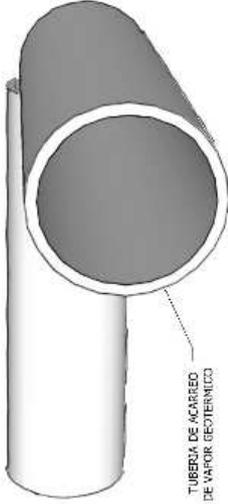
HOJA:
02

ELEMENTO DE ACCESO

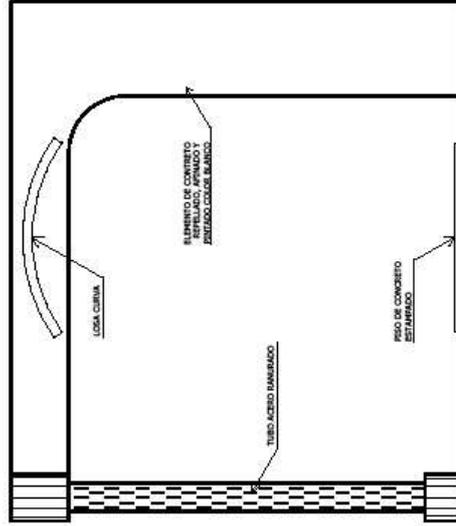
En el detalle se aplica el principio de la conceptualización, simboliza una tubería de conducción de vapor, que conecta con el edificio administrativo, también utiliza tubería ranurada en columnas.



Con esta disposición y las curvas de los planos da la sensación de estar dentro de un túnel o tubería. El detalle de acceso nos dirige hacia el interior del edificio. Los planos seriados crean la sensación de continuidad y a la vez generan un juego de luz y sombra.



Si analizamos las tuberías de conducción de vapor vemos que las formas son simples, se compone por cilindros de acero al carbono con revestimiento de lámina galvanizada en acabado natural o malta con pintura color verde. Queda claro que el diseño análogo que se basa en las tuberías, no necesita crear una copia exacta, sino conceptualizar la idea y abstraerla para ser aplicada en la arquitectura, no es necesario usar los mismos materiales ni colores.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

OBRAS EXISTENTES
EDIFICIO TECNICO ADMINISTRATIVO

CONTENIDO:
DETALLE DE VAPOR

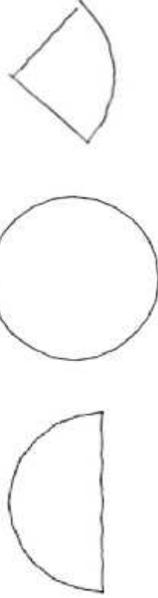
HOLA:
03

AUDITORIUM

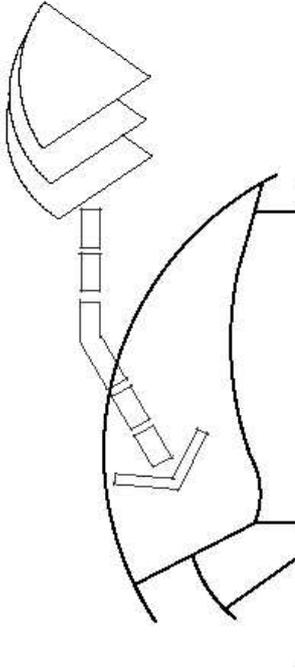
Otro ejemplo más del diseño análogo que caracteriza la arquitectura de LaGeo es el auditorio cuya forma corresponde al isotipo de la empresa inventido.



GEOMETRIA



Analizando las formas que conforman el isotipo tenemos: el círculo y el segmento de círculo, y si observamos la fachada principal del edificio vemos la utilización del semi círculo



El diseño además de basarse en la analogía del logo, se integra en el conjunto mediante el uso del color y materiales.



En el esquema se observa como al invertir el logotipo se tienen los planos cuya forma se ve reflejada en el perfil del edificio



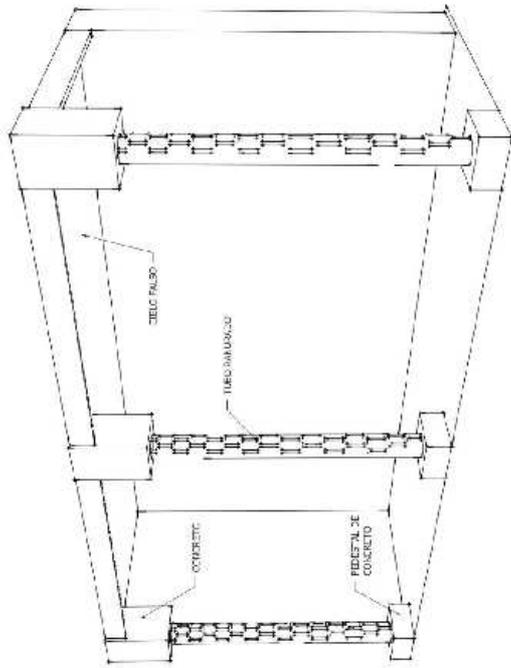
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

OBRAS EXISTENTES
EDIFICIO TECNICO ADMINISTRATIVO

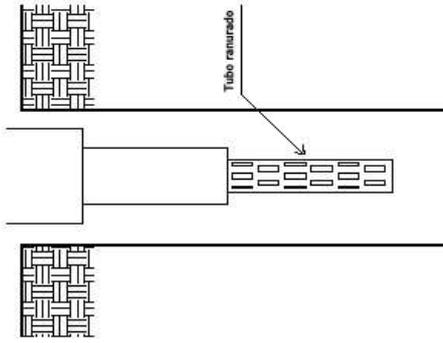
CONTENIDO:
ANÁLISIS DE PLANOS

HOJA:
04

Las columnas de edificio dentro de la Central Geotérmica de Berlín, el cual fue retomado del proceso de extracción de vapor mediante la parte subterránea de un pozo productor, el cual en su último tramo se utiliza un tubo ranurado, mismo que se a utilizado como detalle arquitectónico en las columnas.



Este detalle de tubo es el más utilizado en las edificaciones, tanto en columnas de edificios, como estructura en jaulas de recintos animales, detalle de ducha en Parque Geo-Ambiental, luminarias en edificio administrativo, etc.



Esquema de la perforación de un pozo donde muestra como la tubería de diferentes diámetros penetra la tierra hasta el reservorio donde el último tramo corresponde a un tubo ranurado por el cual entra el vapor y sube a la superficie

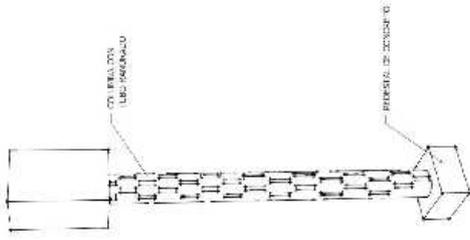


Grafico de la columna que se basa en la conceptualización del pozo geotérmico, representa un ejemplo de cómo se puede retomar solo una parte del elemento.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



OBRAS EXISTENTES
CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN

CONTENIDO:
COLUMNAS

HOJA:
06

4.4 APLICACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS

FICHAS DE PROPUESTAS PARA APLICACIÓN DE PRINCIPIOS

A continuación se presentará una serie de propuestas de diferentes elementos urbano-arquitectónicos aplicando los lineamientos de diseño planteados anteriormente. Representa solo una muestra de cómo al regirse por los principios y lineamientos estipulados podemos diseñar obras que proyecten la visión arquitectónica de LaGeo.

CONTENIDO DE FICHAS

A) ELEMENTOS ARQUITECTONICOS

A-1 PAREDES

A-2 DIVISIONES

B) CIRCULACIONES PEATONALES

B-1 CAMINOS Y SENDEROS

B-2 ELEMENTOS DE CONEXIÓN

B-3 PASARELA

B-4 BARANDALES

B-4A BARANDALES

B-5 BARREAS DE TRANSITO

C) CIRCULACIONES VEHICULARES

C-1 CALLES Y CAMINOS

C-1A PLANO DE VIALIDAD

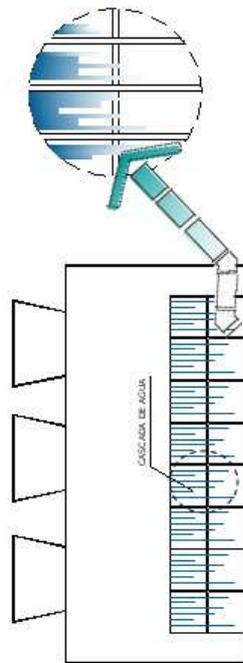
C-2 ESTACIONAMIENTOS

D) EQUIPAMIENTO URBANO

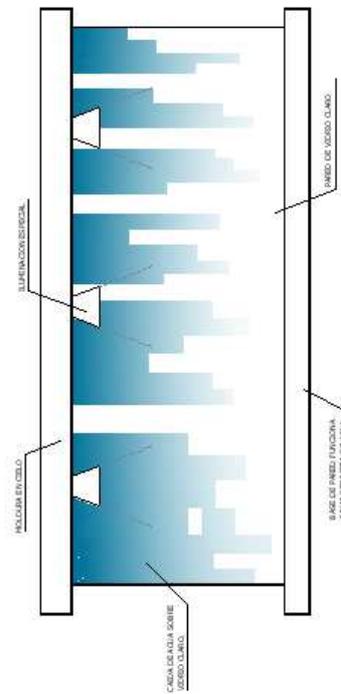
D-1 FUENTES

D-2 PLAZAS

Se aplica en el principio de la conceptualización, pero a la vez combina la transparencia. Basado en las torres de enfriamiento y retomando el elemento agua diseñamos una propuesta de detalle arquitectónico que combina ambos principios y que puede ser utilizado en edificaciones o espacios abiertos como plazas, terrazas o accesos. La torre de enfriamiento es el elemento que se encarga de enfriar el agua caliente mediante un sistema de cascada que la hace caer desde una altura de 17mts. y se complementa con ventiladores mecánicos en el techo.



Si aplicamos el concepto de caída de agua y lo utilizamos como detalle podría funcionar como cortina de agua o pared húmeda, dividiendo el espacio o simplemente como elemento decorativo.

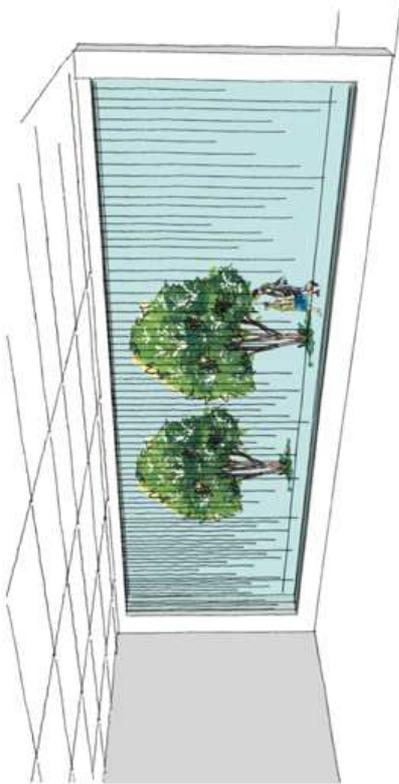


PARED DE AGUA

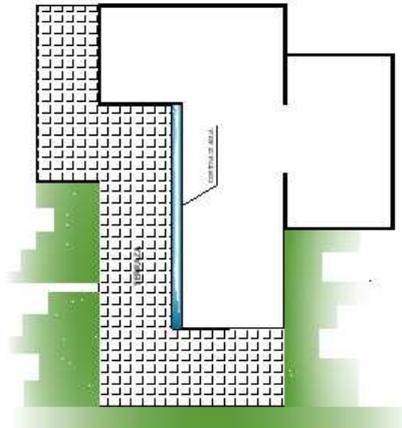


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

El detalle propuesto es una pared de agua que separe el espacio interior del exterior, pero que permita la visibilidad a través del agua. Puede ser de caída libre o sobre cortina de vidrio.



Entre las virtudes que nos ofrece es la sensación de frescura y relajación que provoca el sonido, además del atractivo visual que representa.



El elemento agua aplicado en la arquitectura geotérmica tiene un significado y mas allá de su atractivo, pues el agua como recurso natural esta ligado al proceso geotérmico. Además unas de las características que posee, es la transparencia cualidad que podemos explotar al utilizarla como separador de espacios.

ITEM: **DETALLES ARQUITECTONICOS**
ESPACIO INTERIOR / EXTERIOR PAREDES

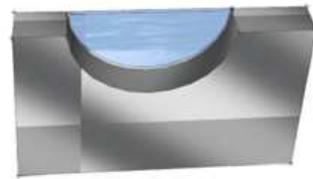
CONTENIDO: **PARED DE AGUA**

HOJA: **A-1**

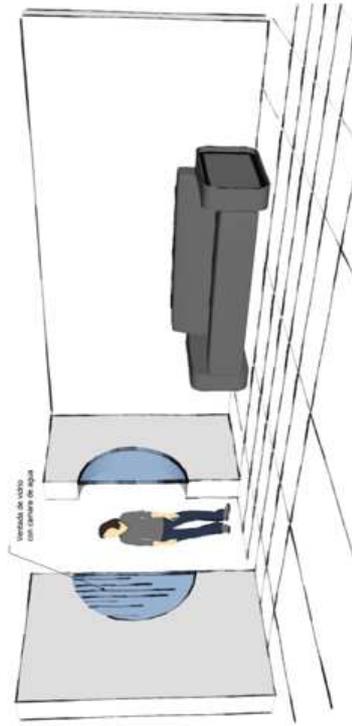
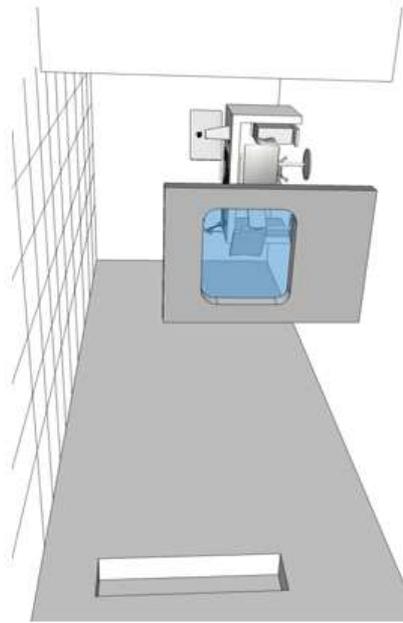


Utilizando el elemento agua se proponen ventanas de agua para separar espacios interiores. Consiste en una ventana de doble vidrio con cámara interna de agua, instalada en divisiones interiores que separan el espacio pero sin necesidad de cerrarlo por completo.

Con esto se aplica el principio de la transparencia y a la vez se juega con el elemento agua.



Una de las ventajas que ofrece son las formas con que podemos jugar, así tenemos desde la tradicional ventana rectangular hasta la creación de figuras como semicírculo



La aplicación nos permite crear espacios en armonía con la naturaleza, al tener presente el agua en el diseño, no solo tiene un significado, sino también genera una sensación agradable.

Utilizado para sub

dividir

 un espacio, como una oficina, una sala de juntas, una sala de estar, un pasillo, etc.

Como se muestra en los esquemas, podemos generar dos o más ambientes diferentes sin la sensación de encierro que normalmente se crea en oficinas.



Además de funcionar como división de también puede ser un elemento decorativo en ambientes interiores, tal como se muestra en la imagen (derecha).

Nota: La disponibilidad de esta aplicación puede ser limitada en el mercado nacional actualmente.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



ITEM: PAREDES

ESPACIO: INTERIOR

DIVISIONES

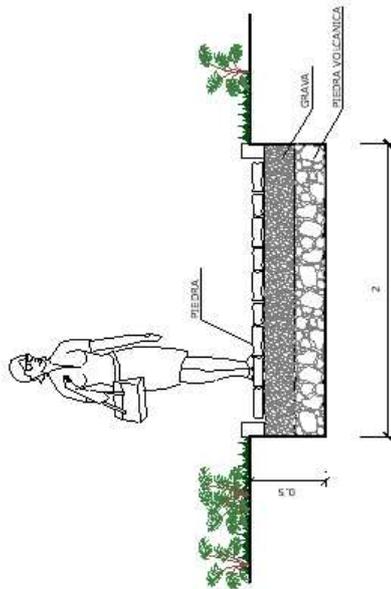
CONTENIDO:

VENTANAS DE AGUA

FOLIA:

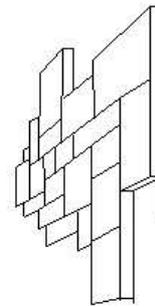
A-2

Partiendo del principio de respeto y armonía con el medio ambiente, tenemos el lineamiento que nos sugiere preservar el medio ambiente en las áreas naturales donde se emplazan los campos geométricos mediante el uso de materiales ecológicos, minimizando el impacto ambiental en el paisaje natural. (Ver ficha C-1A, muestra los senderos dentro del campo)



El perfil muestra el sistema constructivo de los senderos tipo romano que se proponen para la definición del camino y un buen drenaje del agua, evitando el estancamiento que actualmente se produce. Se debe dejar una zona de protección donde sembrar vegetación u árboles que eviten la erosión de la tierra y obstrucción del camino.

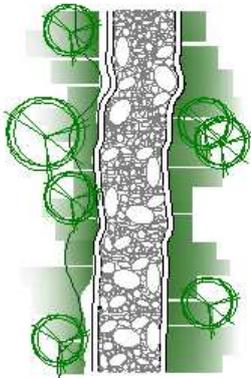
Baldosa de concreto de alto tránsito



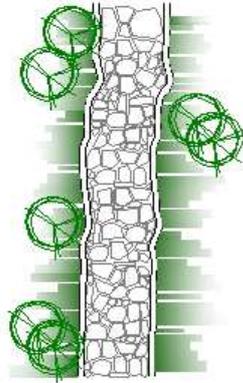
Nota: Los caminos y aceras dentro de la planta deberán considerar otros materiales que brinden mayor resistencia, esto puede ser concreto, baldosa de alto tránsito, etc.

Sendero con piedra de río

Una opción ecológica serían los senderos en piedra con un sistema constructivo tipo romano que permita un mejor drenaje de las aguas lluvias



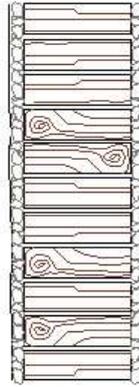
Piedra laja como material de recubrimiento se recomienda para áreas exteriores techadas y no en senderos al aire libre.



Opción viable siendo que en la zona se cuenta con el recurso piedra laja.

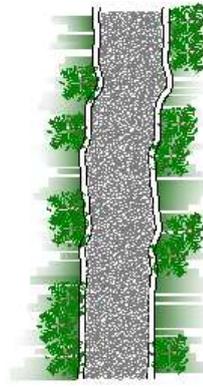
Senderos de madera.

Construidos con tabloncillos de madera reciclado o de árboles caídos en la zona, son una opción natural, pueden ser en áreas techadas o al aire libre



Sendero de Grava

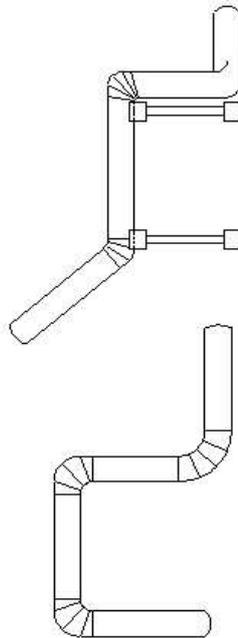
Es una de las opciones más sencillas, que no requieren gran inversión ni mano de obra calificada.



ELEMENTO DE CONEXION

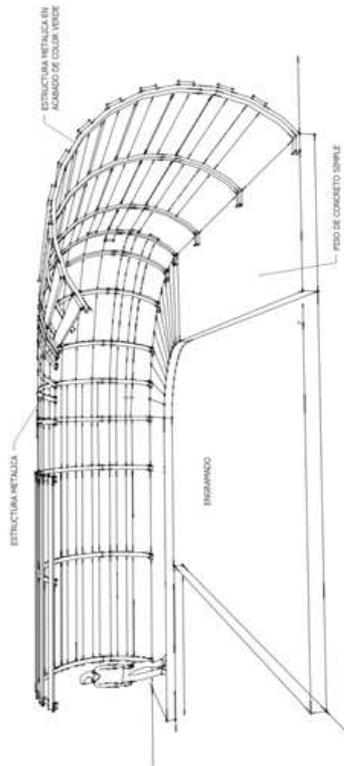
Dicha propuesta aplica el principio de la conceptualización arquitectónica y en su diseño se parte de las tuberías de conducción de vapor.

Al analizar este elemento tenemos que sirven de conexión y como su nombre lo dice son conductores; esto podría aplicarse como la conexión entre edificios o conducción de personas por determinado camino hacia un punto específico.

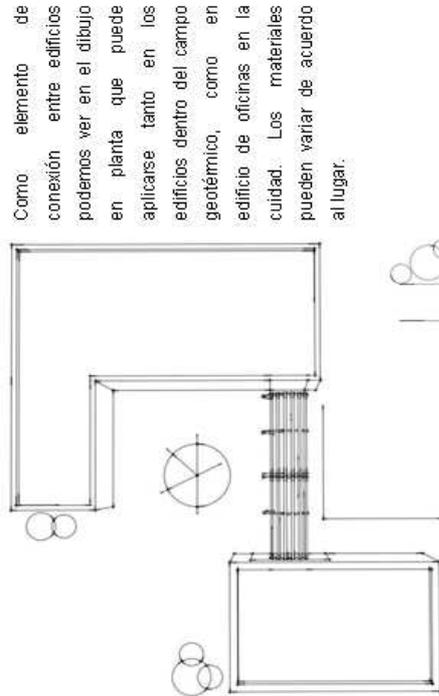


Podemos crear variaciones de aplicación como pasillos exteriores; pasarelas de interconexión entre edificios, elementos de acceso, etc.

Como pasillo exterior y de acceso a edificio, tenemos la propuesta de una estructura metálica fija como esqueleto en color verde tradicional de LaGeo, con recubrimiento de materiales variables con el fin de proteger del asoleamiento, pero sin cerrar el espacio de circulación.



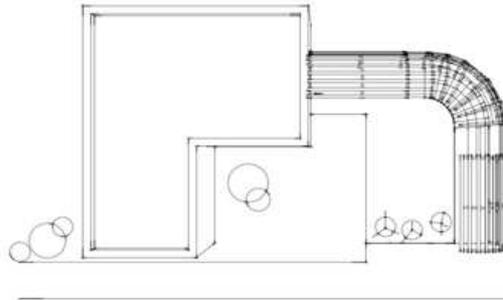
En planta el elemento puede ser lineal, curvo o en ángulo, tal como se muestran las tuberías en los campos geotérmicos.



Como elemento de conexión entre edificios podemos ver en el dibujo en planta que puede aplicarse tanto en los edificios dentro del campo geotérmico, como en edificio de oficinas en la ciudad. Los materiales pueden variar de acuerdo al lugar.

También funciona como elemento de acceso hacia edificaciones, pues tiene la función de guiar a las pasarelas hacia el interior.

El concepto de tuberías como pasillos exteriores nos ofrece una variedad de formas, pues solo basta observar las tuberías en los campos y como se adaptan a la topografía para conectarse entre si.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



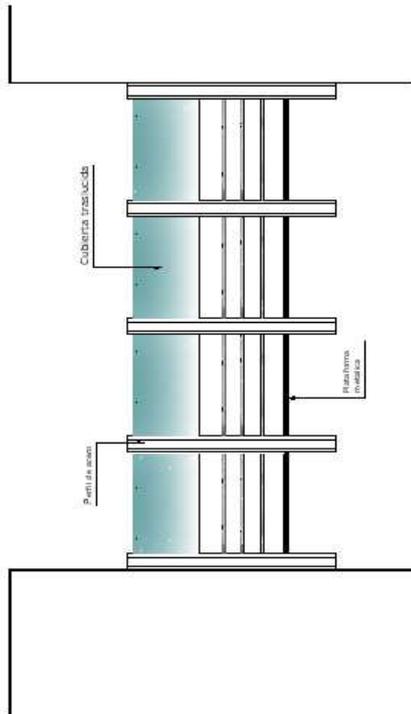
ITEM: CIRCULACIONES PEATONALES

ESPACIO: EXTERIOR

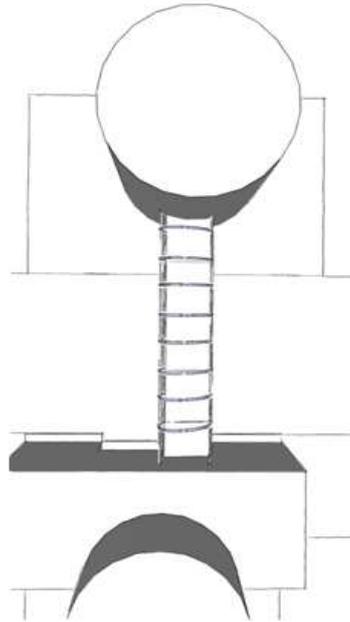
ELEMENTO DE CONEXION

CONTENIDO:
ELEMENTO DE CONEXION

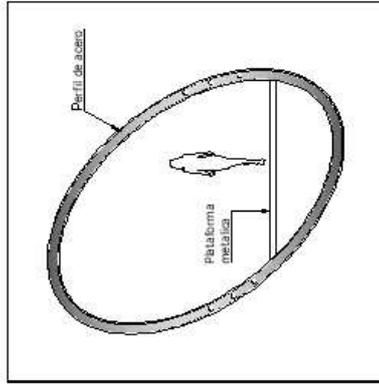
HOJA:
B-2



La pasarela como conexión entre edificios es una opción a futuro pues permite el tránsito peatonal sin interferir con el tránsito vehicular o simplemente facilitar la accesibilidad entre los espacios de edificios distintos



Una posible aplicación de uso sería conectar el edificio administrativo con el área de producción dentro de la planta geotérmica.

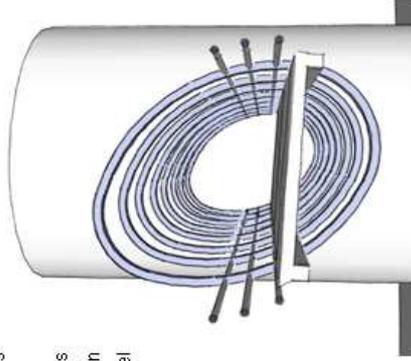


La propuesta de diseño se basa en el principio de la conceptualización arquitectónica que toma las tuberías como base del diseño y lo refleja en un elemento de la arquitectura.

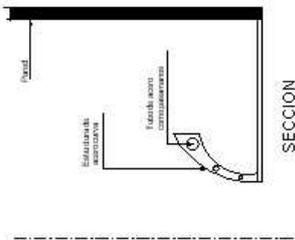
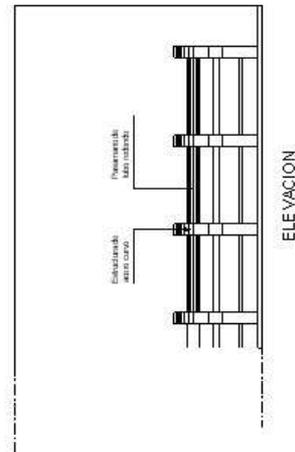
Partiendo de la forma circular de las tuberías y el uso de transportar y conectar elementos, deformamos la figura y obtenemos el ovalo formado por una serie de perfiles curvos ensambados y unidos por vigas de acero.

Aunque la idea puede parecer muy arriesgada representa una opción más de cómo abstraer formas y conceptos de los elementos geotérmicos.

La imagen abajo ejemplifica como las tuberías pasan sobre la calle de forma que no interfieren con el tránsito y cumplen con su función de transportar el vapor.

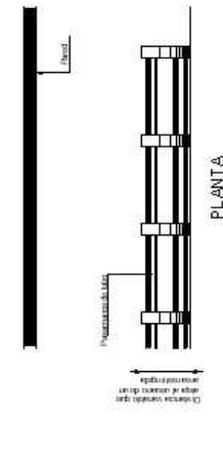


Clasificado como elemento de seguridad hacia el usuario tenemos los barandales, los cuales pueden variar de acuerdo al área de uso, es así que podemos proponer diseños que puedan ser utilizados en interiores o exteriores.



ELEVACION

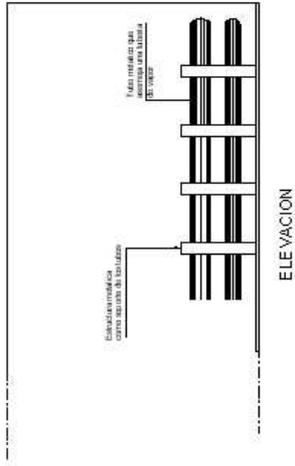
SECCION



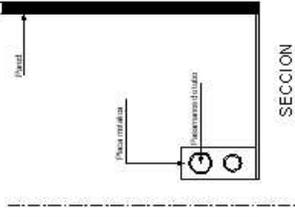
PLANTA



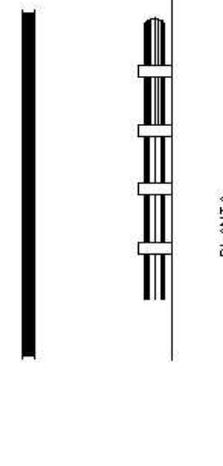
PERSPECTIVA



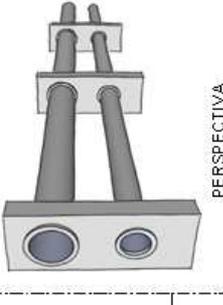
ELEVACION



SECCION



PLANTA



PERSPECTIVA

La propuesta "A" muestra una estructura curva de acero, su forma parte de una pieza industrial. Su diseño curvo requiere de mas espacio por lo que no puede ser utilizada en pasillos estrechos; y los materiales pueden variarse a criterio del constructor.

En la vista de perfil se observa como la curvatura del barandal genera una restricción de espacio al usuario, pues interpone una distancia entre las personas que circular y el área de peligro.

Como se muestra en la imagen el concepto de diseño de la propuesta esta basado en las tuberías que atraviesan el campo y las estructuras que las sostienen.



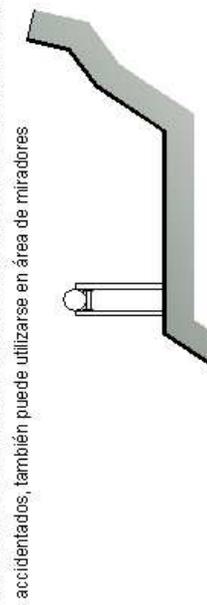
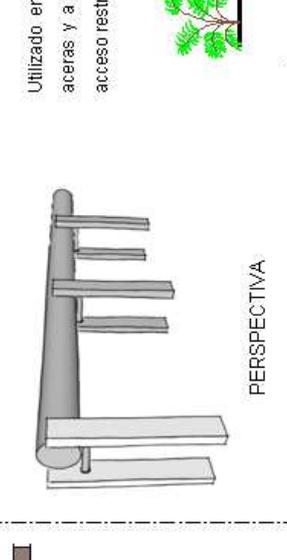
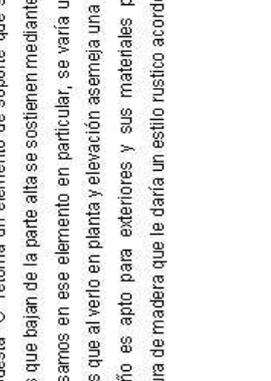
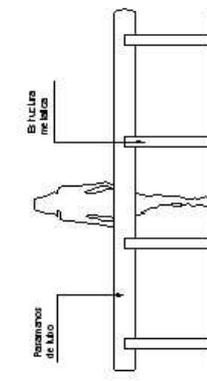
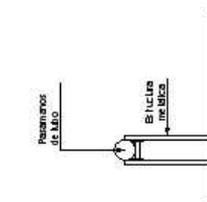
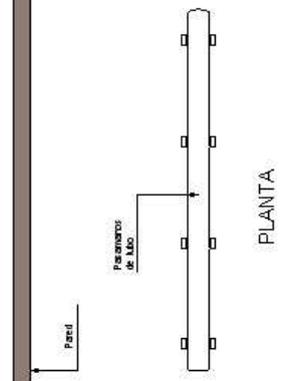
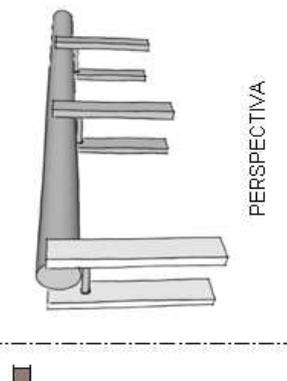
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ITEM: CIRCULACIONES PEATONALES

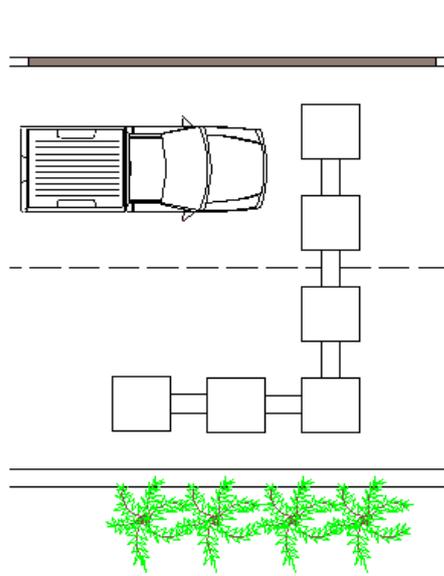
ESPACIO: INTERIOREXTERIOR; ELEMENTO DE SEGURIDAD

CONTENIDO: BARANDALES

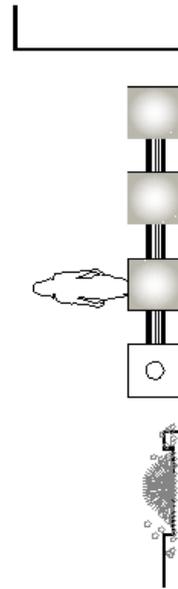
HOJA: B-4

<p>En sus posibles aplicaciones tenemos como protección en senderos o caminos accidentados, también puede utilizarse en área de miradores</p> 	<p>Utilizado en áreas exteriores dentro de la planta, delimitando el camino en aceras y a la vez proteger áreas de jardinería o zona de maquinarias con acceso restringido.</p> 	<p>Imágenes de las tuberías que bajan en el campo geotérmico de Berlín, en las cuales se basa la propuesta de diseño.</p> 	
<p>ELEVACION</p> 	<p>SECCION</p> 	<p>PLANTA</p> 	<p>PERSPECTIVA</p> 
<p>La propuesta "C" retoma un elemento de soporte que se observa en el campo donde las tuberías que bajan de la parte alta se sostienen mediante una estructura metálica. Nos basamos en ese elemento en particular, se varía un poco y funciona como barandal, mientras que al verlo en planta y elevación asemeja una tubería de acarreo de vapor. El diseño es apto para exteriores y sus materiales pueden variar desde metal a una estructura de madera que le daría un estilo rustico acorde a las áreas exteriores del campo.</p>		<p>ITEM: CIRCULACIONES PEATONALES ESPACIO: INTERIOREXTERIOR ELEMENTO DE SGURIDAD</p>	
<p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE ARQUITECTURA</p>		<p>CONTENIDO: BARANDALES</p>	
		<p>HOJA: B-4A</p>	

La disposición en planta muestra como el elemento cierra el paso y se disponen de forma ortogonal

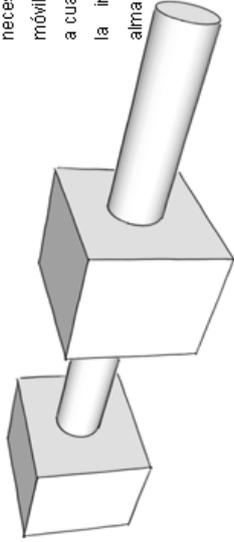


VISTA EN ELEVACION

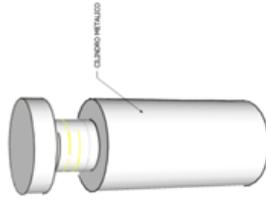


Dentro de la planta se hace necesario cerrar el paso en ciertas áreas temporalmente, sobre todo durante obras de mantenimiento, para estos casos se requiere de barreras de paso, tanto peatonal como vehicular.
La propuesta consiste en cubos metálicos huecos, con tubo de lámina que se despliega desde el interior hasta ensamblar con otro cubo

El diseño responde a la necesidad de un elemento móvil que pueda desplazarse a cualquier área, resistente a la intemperie y de fácil almacenaje



El cilindro metálico que podría pintarse en colores estándares de una señal de forma que indique al peatón que no debe atravesar por ellos.



Una variante del tradicional como plástico son cilindros metálicos, cuya forma es muy similar a un separador ciclista. Estos pueden utilizarse para cerrar el paso en calles o aceras, aunque es un tanto menos restrictivo por su forma, dimensión y disposición, tal como se muestra en la vista en elevación

Las Circulaciones Vehiculares al igual que las peatonales son de gran importancia, y como hemos visto en el análisis del campo geotérmico de Berlín, se requiere una interconexión vial entre las distintas plataformas y la planta geotérmica con todos sus espacios complementarios. (Ver ficha C-1A)

Al igual que en los caminos y senderos se propone implementar el principio del respeto y armonía con el medio ambiente, con el objetivo que al proyectar calles de acceso se consideren materiales que causen un menor impacto ambiental en la zona.



Calle primaria dentro del Campo Geotérmico de Berlín que conduce hacia Unidad IV (Ciclo Binario)



Calle Secundaria que conduce hacia pozo reinyector 4

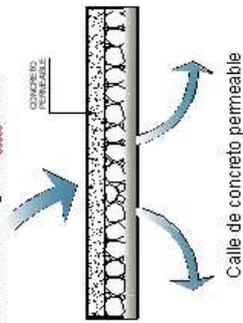


Tramo de calle interna adoquinado

Tenemos Vías primarias y secundarias; debemos considerar que las primarias deben soportar el tránsito de maquinaria pesada, por esta razón se justifica que sean de concreto. Además debemos recordar que mientras mas cerca se esté de la planta geotérmica mayor resistencia debe tener, esto bajo criterios de durabilidad.

Las Vías secundarias nos permiten sugerir otras alternativas de pavimentos, considerando el impacto ambiental que causa la construcción de calles en los campos geotérmicos.

Uno de los mayores problemas que presentan las calles de concreto es impermeabilidad del suelo generando una escorrentía mayor en época de lluvias, por ello se proponen la alternativa de utilizar un concreto permeable o poroso que absorbe un porcentaje del agua, esta lo atraviesa hasta llegar al ~~suj~~ suelo.

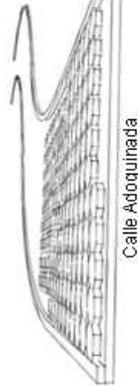


Además del concreto permeable se sugieren algunos materiales para calles secundarias y terciarias, el objetivo es evitar en lo posible la creación de calles de concreto dentro del campo.

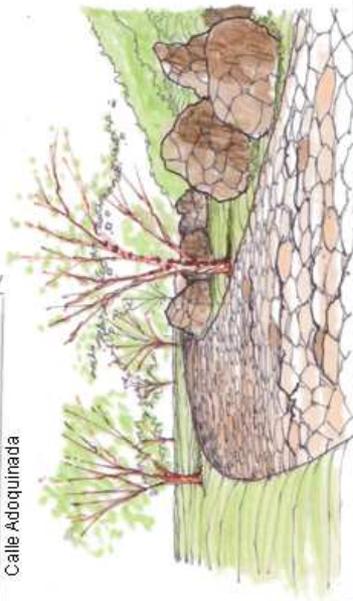
Existe una gama de adoquines y baldosas ecológicas que el mercado ofrece, con el fin de causar un impacto menor en el medio ambiente, proporcionándole al suelo conservar un porcentaje de su permeabilidad

Calle de adoquín ecológico, que se elabora de concreto permeable, una de las opciones a sugeridas.

Calle empedrada otra opción viable que reutiliza material de la zona y funcional para vías secundarias o terciarias.



Calle Adoquinada



Calle empedrada



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ITEM: CIRCULACIONES VEHICULARES

ESPACIO: EXTERIORES RECOMENDACIONES

CONTENIDO:

CALLES Y CAMINOS

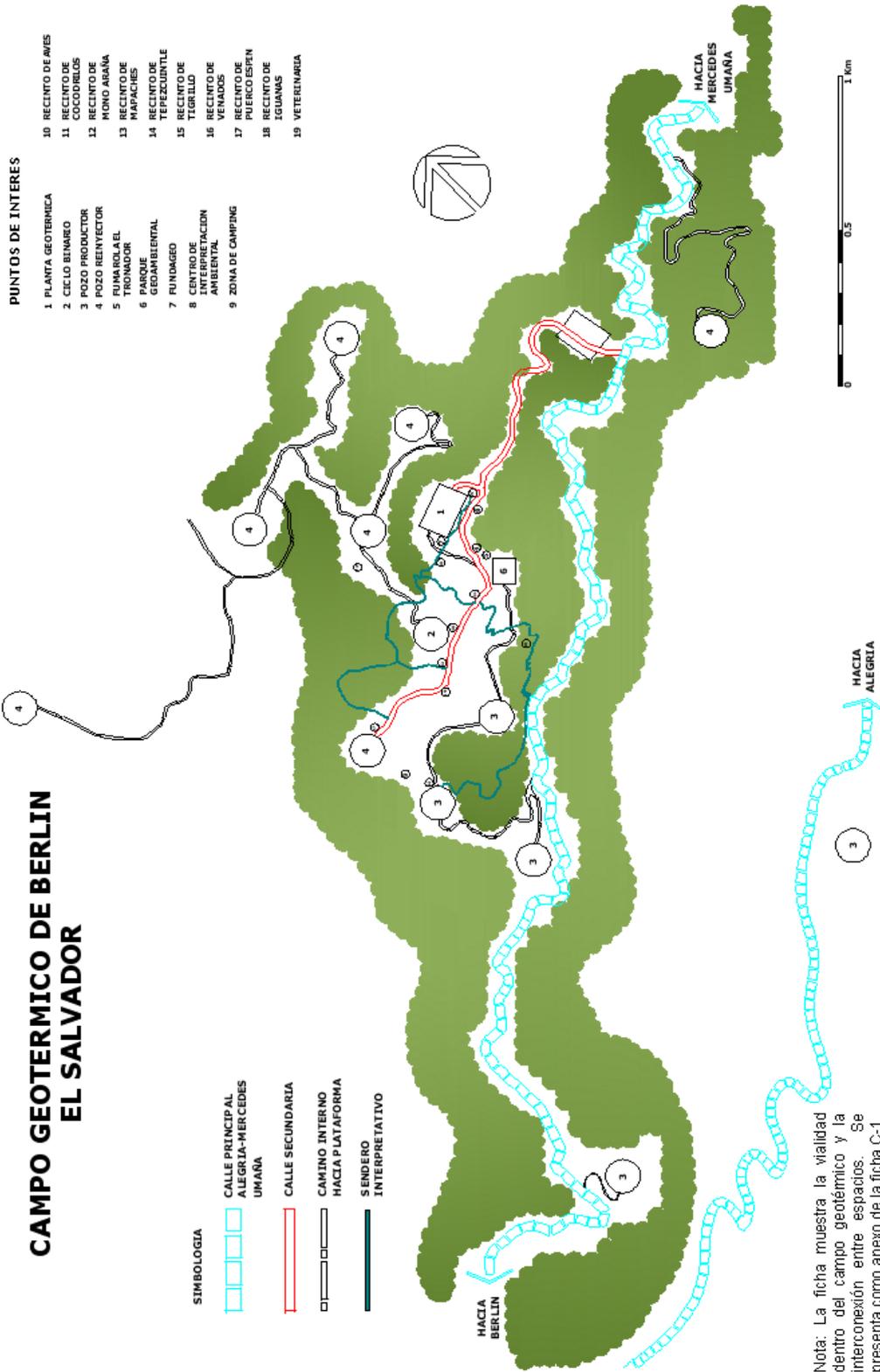
HOJA:

C-1

CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN EL SALVADOR

SIMBOLOGIA

-  CALLE PRINCIPAL
ALEGRIA-MERCEDES
UMAÑA
-  CALLE SECUNDARIA
-  CAMINO INTERNO
HACIA PLATAFORMA
-  SENDERO
INTERPRETATIVO



PUNTOS DE INTERES

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 1 PLANTA GEOTERMICA | 10 RECINTO DE AVIS |
| 2 CICLO BENARJO | 11 RECINTO DE COCODRILOS |
| 3 POZO PRODUCTOR | 12 RECINTO DE MONO ARAÑA |
| 4 POZO REINVECTOR | 13 RECINTO DE MAPACHES |
| 5 FUNAROLA DEL FUNDADOR | 14 RECINTO DE TEPEZCUINTLE |
| 6 GEOMORFOLÓGICO | 15 RECINTO DE TIGRILLO |
| 7 FUNDADO | 16 RECINTO DE VENADOS |
| 8 CENTRO DE INTERPRETACION AMBIENTAL | 17 RECINTO DE PUERTO ESPIN |
| 9 ZONA DE CAMPING | 18 RECINTO DE IGUANAS |
| | 19 VETERINARIA |

Nota: La ficha muestra la vialidad dentro del campo geotérmico y la interconexión entre espacios. Se presenta como anexo de la ficha C-1



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ITEM: CIRCULACIONES VEHICULARES

ESPACIO: EXTREMIOS VIALIDAD

CONTENIDO: PLANO DE VIALIDAD

HOJA: C-1A

La propuesta de estacionamientos consiste en sugerir una gama de materiales de recubrimiento alternativos al típico concreto. Aplicando el lineamiento que dice que debemos preservar las áreas naturales mediante el uso de materiales ecológicos y basándonos en el análisis de la central de Berlín.

Para los estacionamientos en áreas exteriores de los campos geotérmicos tenemos materiales como grava, piedra volcánica, gramogujín o piedra de la zona.



Recubrimiento de piedra volcánica



Recubrimiento de grava

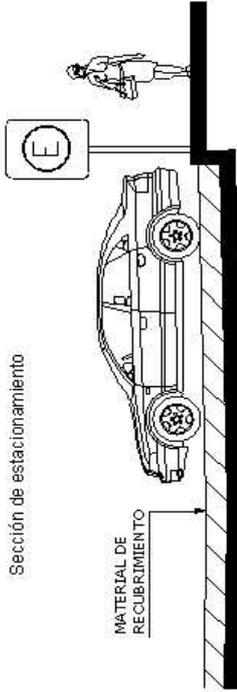


Recubrimiento con piedra



Recubrimiento de Gramogujín
Una buena alternativa para estacionamientos

Sección de estacionamiento



Se sugiere definir y delimitar las áreas de parques con algún recubrimiento para evitar los estancamientos de agua, que ocurren normalmente al dejarlos de tierra. Con esto no solo prevenimos el drenaje de aguas, sino que eliminamos focos de infección.

También se busca evitar el uso excesivo de concreto que genera acumulación de agua y la necesidad de drenajes.



Los bloques decorados de concreto poroso son una buena alternativa que permite crear un diseño en colores y formas.



El concreto poroso también es una opción en parques pues filtra el agua de grandes superficies.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ITEM: CIRCULACION VEHICULAR
ESPACIO: EXTERIOR ESTACIONAMIENTOS

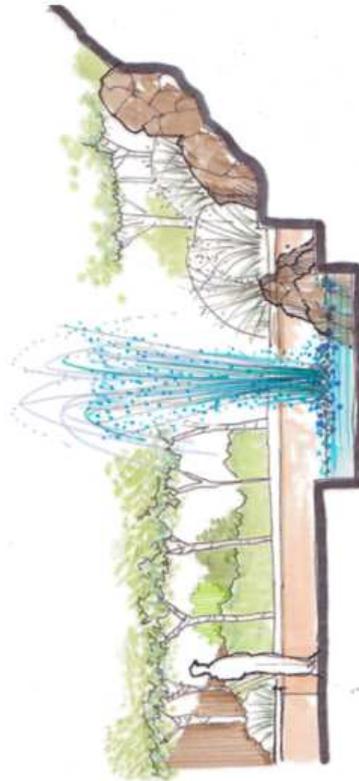
CONTENIDO:
PROPUESTA PARA ESTACIONAMIENTOS

HOJA:
C-2

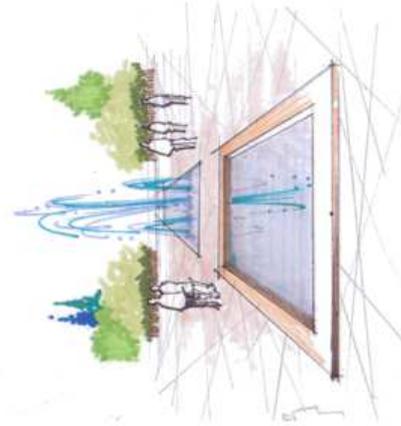
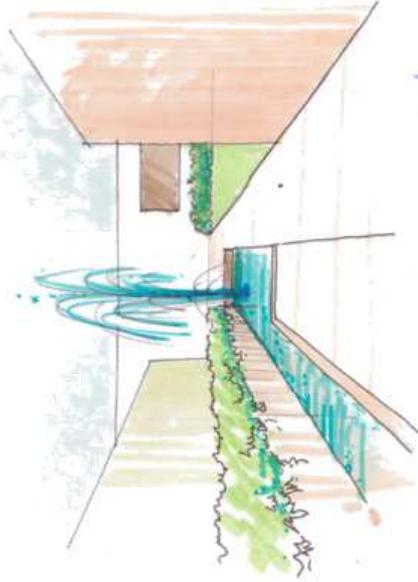


Un Geiser es una fuente termal que erupciona periódicamente, expulsando una columna de agua caliente y vapor al aire.
Siendo una manifestación geotérmica es un elemento natural que podemos retomar para utilizar en el diseño.

Aplicando el principio de la conceptualización para utilizarlo en el diseño, retomamos un elemento de la naturaleza y lo simbolizamos en una fuente decorativa, emplazándolo en un área rocosa que asemeja las zonas de actividad volcánica donde se encuentran los géiseres.
Dicho detalle puede ser un punto de atracción dentro de los campos geotérmicos.



De igual manera el elemento agua es parte del proceso geotérmico por lo que podemos utilizarlo en distintas aplicaciones no solo como fuentes, también como espejos de agua, arroyos artificiales, etc. Podemos usar el recurso en espacios interiores como exteriores tal como se muestra en el grafico un espejo de agua a lo largo de un pasillo de acceso, combinado con una fuente y rodeado de vegetación.



De esta manera logramos espacios agradables a la vista y mantiene un significado en el diseño pues el agua representa una manifestación natural del sub suelo.

Los espejos de agua pueden funcionar con la reutilización del agua de las torres de enfriamiento



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



ITEM: **ELEMENTO URBANO**

ESPACIO: EXTERIOR

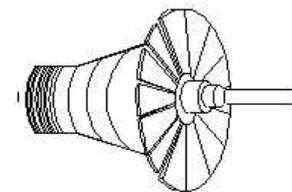
FUENTE Y ESPEJO DE AGUA

CONTENIDO:
FUENTE TIPO GEISER

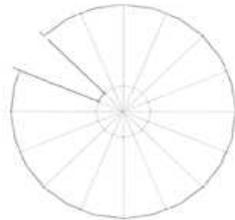
HOJA:
D-1

Combinando el principio de integración al medio ambiente y la conceptualización de los elementos surgen los diseños de plazas, que si bien son propuestas de carácter urbano también pueden tener el sello de la arquitectura propia de LaGeo.

En nuestro ejemplo de aplicación tomaremos las formas circulares de una turbina y sus alabes como generadoras de una trama, creando la plaza de diseño radial.



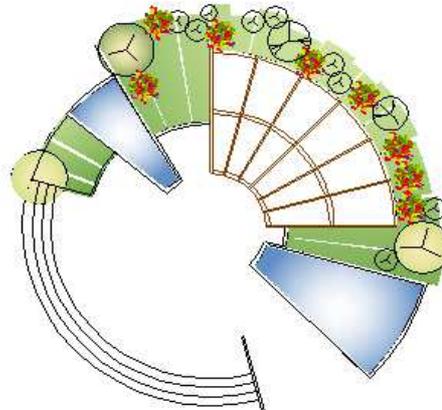
Turbina de Vapor



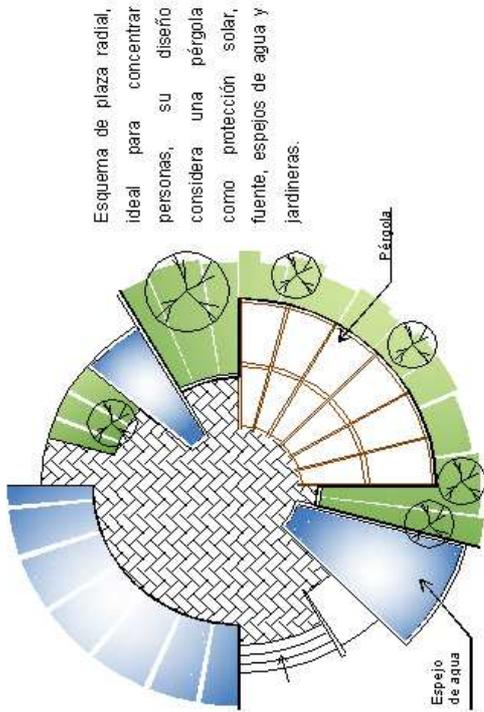
Trama Radial

El diseño radial nos ofrece una variedad de formas, donde podemos jugar con los materiales, colores, como se muestra en las imágenes.

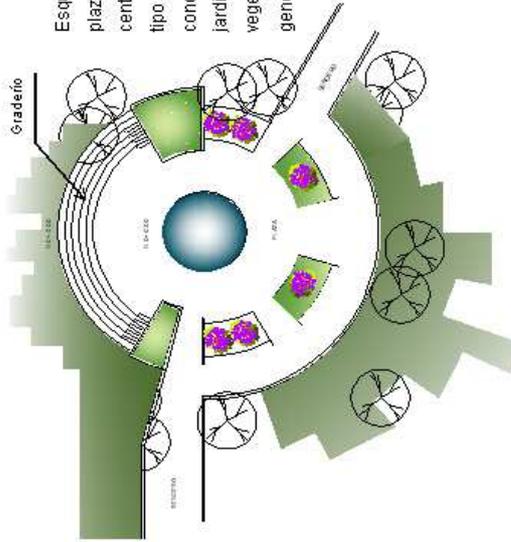
Podemos combinar la conceptualización de los elementos geométricos con los elementos de la naturaleza y crear espacios que armonicen con su entorno natural.



Las plazas como espacio público pueden tener distintas funciones, ser de paso, de conexión, de acceso o de permanencia, para el caso se proponen plazas de concentración o permanencia, aunque no necesariamente el diseño radial sea el único a implementar.



Esquema de plaza radial, ideal para concentrar personas, su diseño considera una pérgola como protección solar, fuente, espejos de agua y jardineras.



Esquema propuesto de plaza con fuente central, posee graderío tipo anfiteatro, donde concentrar público y jardineras con vegetación alta que generan confort.



LaGeo

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ITEM: ELEMENTOS URBANOS

ESPACIO: EXTERIOR

PLAZAS

CONTENIDO:

PLAZAS

FOLIO:

D-2

CONCLUSION

Se determinó la importancia de la investigación y producción de energías renovables, como la geotérmica para solventar la demanda nacional. Por ser considerada una energía limpia, que no depende de estaciones climatológicas, y ofrece una producción constante durante todo el año.

Se estableció una base histórica, social y económica; el impacto que genera en cada uno de esos aspectos, y como incide la energía geotérmica en el país.

Mediante el desarrollo de la investigación se dio a conocer el funcionamiento de las plantas geotérmicas en El Salvador y el proceso que se realiza previo a la construcción de una instalación, las acciones que esta industria realiza en pro de la sociedad y el medio ambiente; así como el estado actual de la Central Geotérmica de Berlín

Se estudiaron los principios del diseño arquitectónico en LaGeo mediante el análisis de las edificaciones existentes, en base a lo cual se formulan lineamientos que guiaran el diseño en proyectos futuros, consolidando la arquitectura de LaGeo.

El documento presenta ejemplos de nuevas aplicaciones arquitectónicas y urbanas de los principios planteados, estos no deben considerarse las únicas formas de aplicación, sino, deben servir de base para el desarrollo de futuros proyectos.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- LaGeo S.A. de C.V. "Historia de la Energía Geotérmica en El Salvador" San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005.
- Mike W. Lin. "Drawing and Designing with Confidence" John Wiley & Son, Inc. New York.
- Scott VanDyke. "De la línea al Diseño" Editorial Gustavo Gili, 1884
- Secretaria de turismo SECTUR. "Guía para el Diseño y Operación de Senderos Interpretativos" Mexico D.F. 2004

Documentos

- LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" Mayo de 2000. Pág. 16-29
- LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril de 2000. Pág. 15-27
- Consejo Nacional de Energía "Política Energética Nacional de El Salvador 2010-2014" San Salvador, El Salvador.

Paginas Web:

- LaGeo S.A. de C.V. (2011) “Energía Geotérmica”
[http:// www.lageo.com.sv](http://www.lageo.com.sv)
- Consejo Nacional de Electricidad (2011) “Leyes y Reglamentos”
www.cne.gov.sv
- Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (2011) “Historia”
www.cel.gov.sv.
- Asamblea Legislativa Republica de El Salvador (2011) “ Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad”
- Orkuveita Reykjavíkur (2011) “Projects”
www.or.is/English/Projects/HellisheidiGeothermalPlant/
- MANVIT (2011) “Geothermal Energy” www.mannvit.com
- ENEX (2011) “Projects” <http://www.enex.is/?PageID=132>

EDIFICIO TECNICO-ADMINISTRATIVO

En el podemos ver ejemplificados los principios de la arquitectura implementada por LaGeo, mediante el uso de analogías en el diseño formal, la transparencia en grandes superficies vidriadas, estructuras vistas al interior y el uso de colores representativos de la empresa.

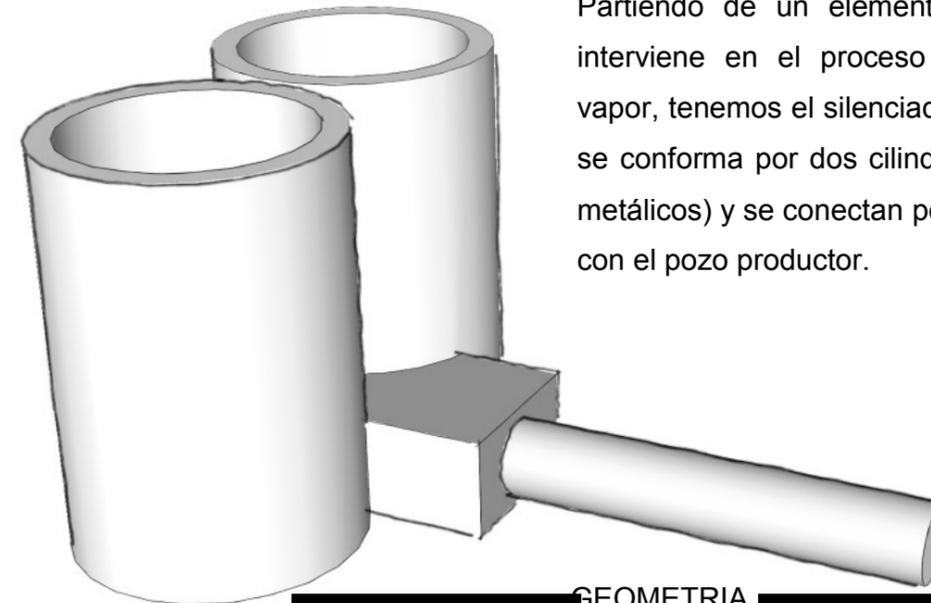


El conjunto representa un silenciador atmosférico conectado hacia una plataforma de pozo; siendo el edificio principal los cilindros de concreto y el detalle de acceso representa la tubería que conecta con el pozo.



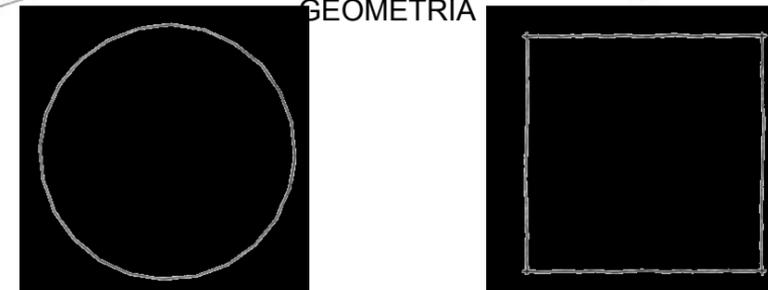
Vista en perspectiva de oficinas centrales de LaGeo.

VOLUMETRIA



Partiendo de un elemento geotérmico que interviene en el proceso de extracción de vapor, tenemos el silenciador atmosférico que se conforma por dos cilindros de concreto (o metálicos) y se conectan por medio de tubería con el pozo productor.

GEOMETRIA



De la volumetría del elemento podemos extraer la forma circular que predomina, aunque también se tiene el cuadrado en la conexión de la tubería.

Para el diseño en planta se fusionaron las formas dando como resultado la planta que asemeja los cilindros del silenciador y si lo vemos en conjunto tenemos la composición de círculos y cuadrados con adición y sustracción.

ESQUEMA EN PLANTA



DETALLE DE ESCALERAS

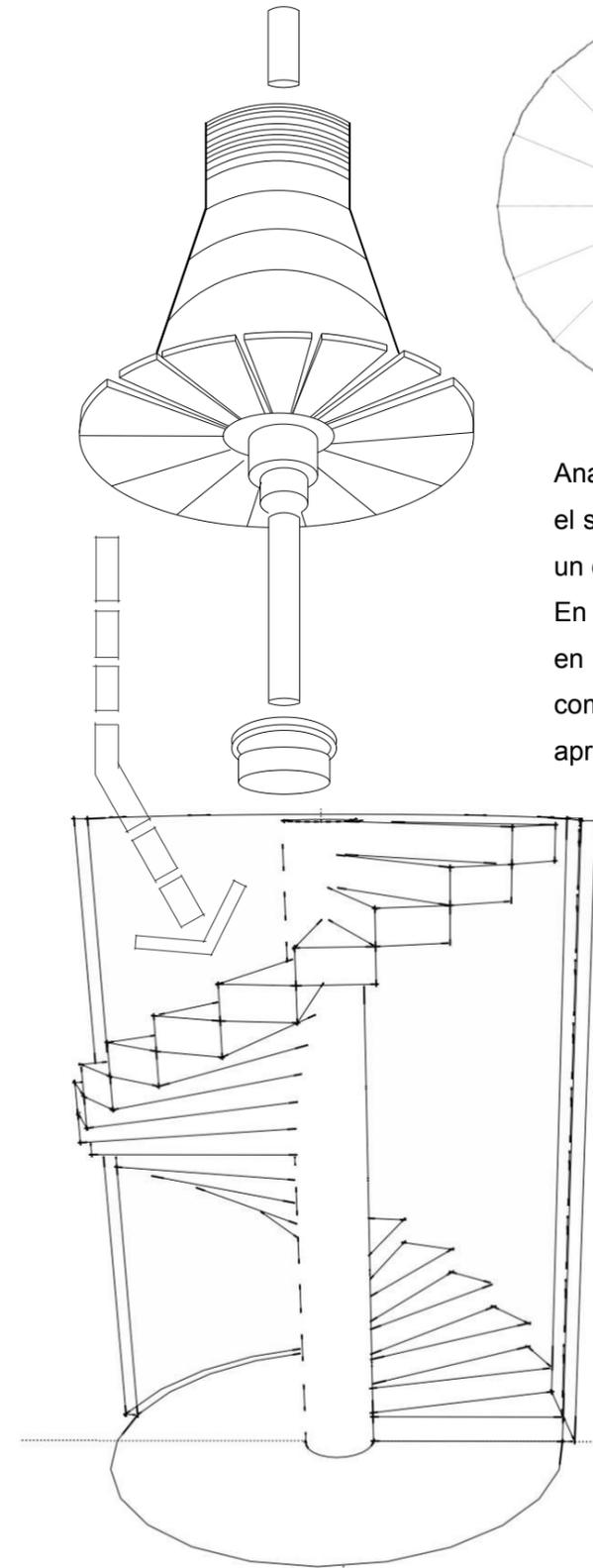
Detalle de las escaleras en edificio de oficinas centrales, el cual fue conceptualizado de los alabes de la turbina, basándose en ellos podemos ver que estos giran al rededor de un eje central al igual que los peldaños de la escalera giran alrededor de una columna (eje central)



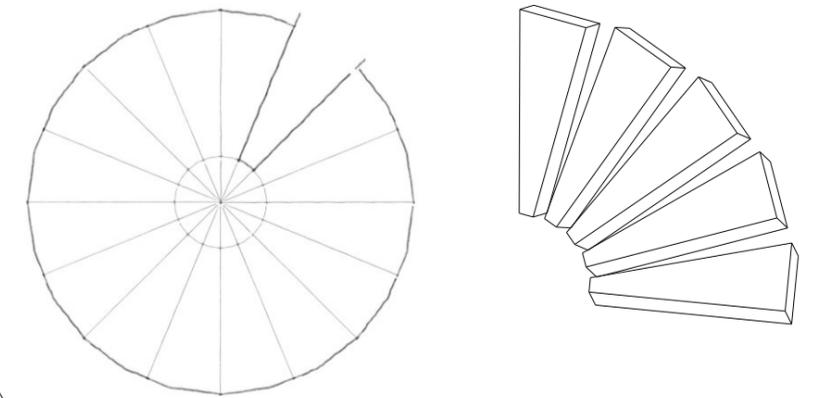
EJE CENTRAL DE ESCALERAS

Aunque se implemente la forma de un elemento geotérmico, no necesariamente se utilizan los mismos materiales, en este caso tenemos una escalera helicoidal de piedra, envuelto por una superficie vidriada, pasamanos de aceros y planta circular.

ESQUEMA DE TURBINA

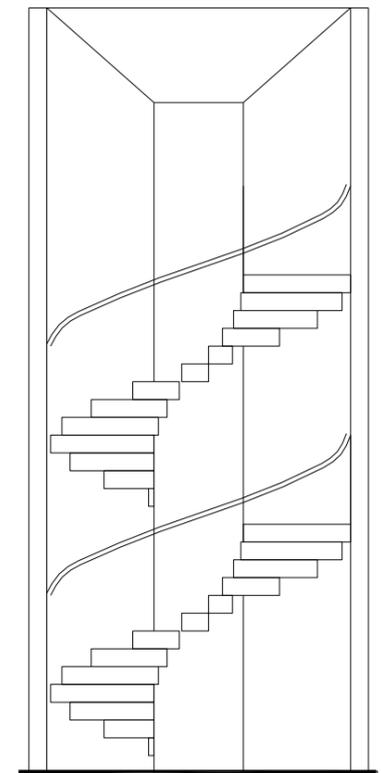


GEOMETRÍA



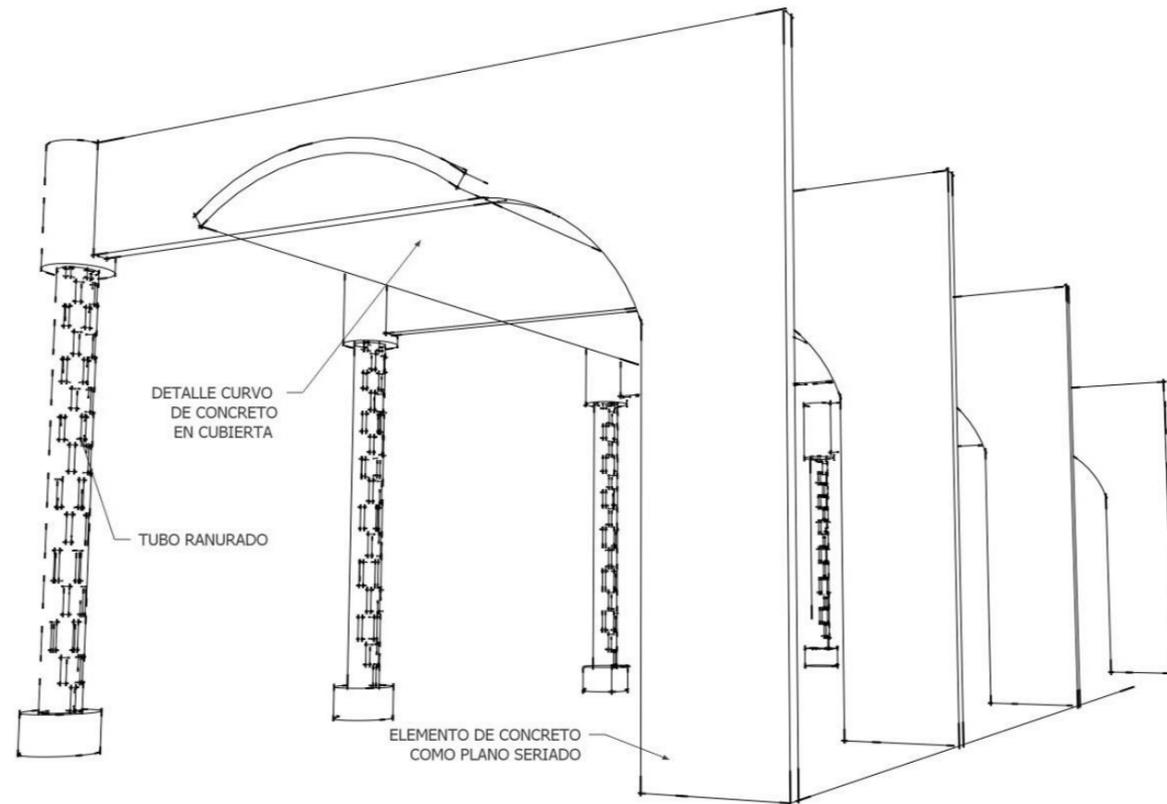
Analizando las formas de la turbina, extraemos el círculo y el segmento de círculo como figura geométrica aplicada en un detalle arquitectónico.

En este caso se retomo la forma de los alabes, utilizando en las huellas de la escalera, además el elemento completo representa la forma de una turbina, como se aprecia en la elevación.

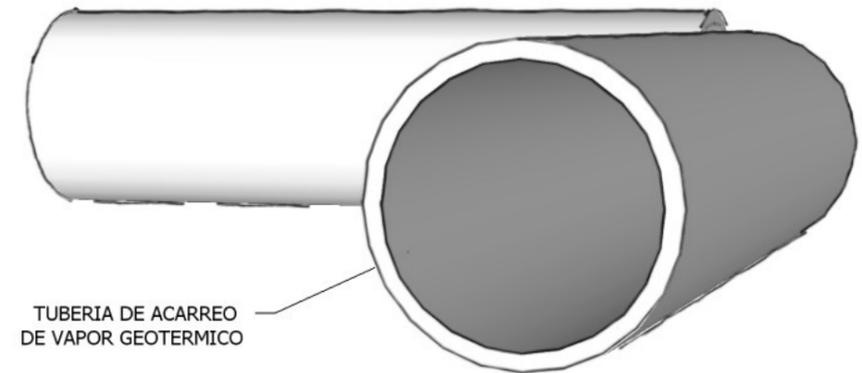


ELEMENTO DE ACCESO

En el detalle se aplica el principio de la conceptualización, simboliza una tubería de conducción de vapor, que conecta con el edificio administrativo, también utiliza tubería ranurada en columnas.

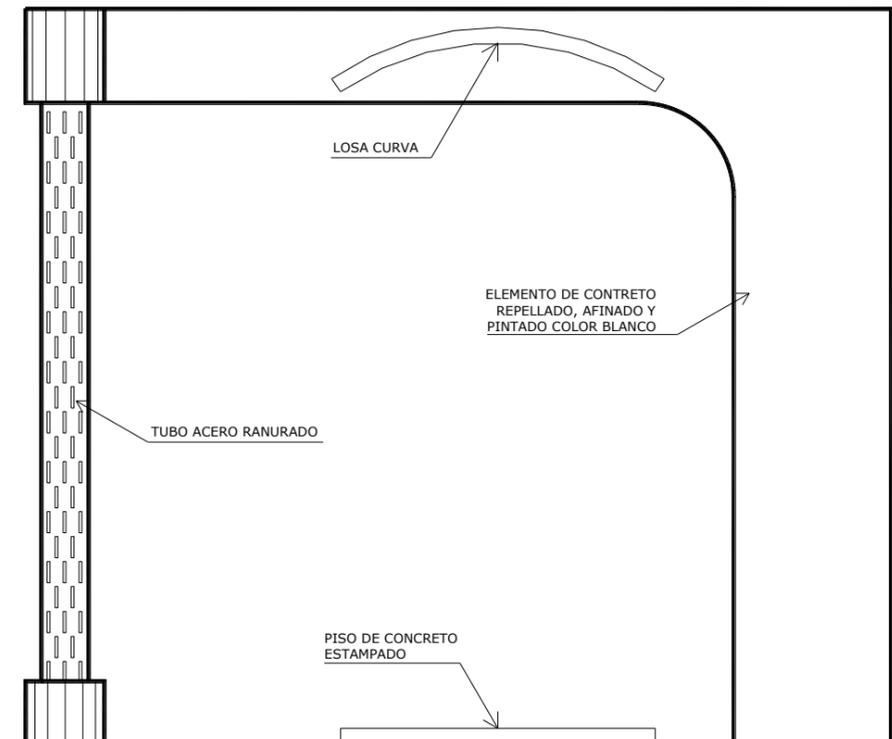


Con esta disposición y las curvas de los planos da la sensación de estar dentro de un túnel o tubería. El detalle de acceso nos dirige hacia el interior del edificio. Los planos seriados crean la sensación de continuidad y a la vez generan un juego de luz y sombra.



Si analizamos las tuberías de conducción de vapor vemos que las formas son simples, se compone por cilindros de acero al carbono con revestimiento de lámina galvanizada en acabado natural o malla con pintura color verde.

Queda claro que el diseño análogo que se basa en las tuberías, no necesita crear una copia exacta, sino conceptualizar la idea y abstraerla para ser aplicada en la arquitectura, no es necesario usar los mismos materiales ni colores.



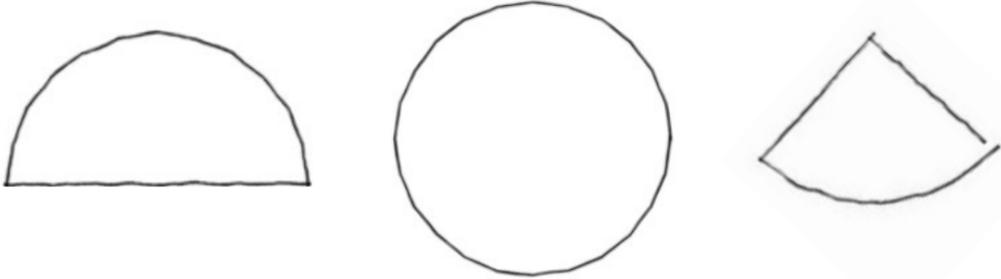
AUDITORIUM

Otro ejemplo más del diseño análogo que caracteriza la arquitectura de LaGeo es el auditorio cuya forma corresponde al isotipo de la empresa invertido.

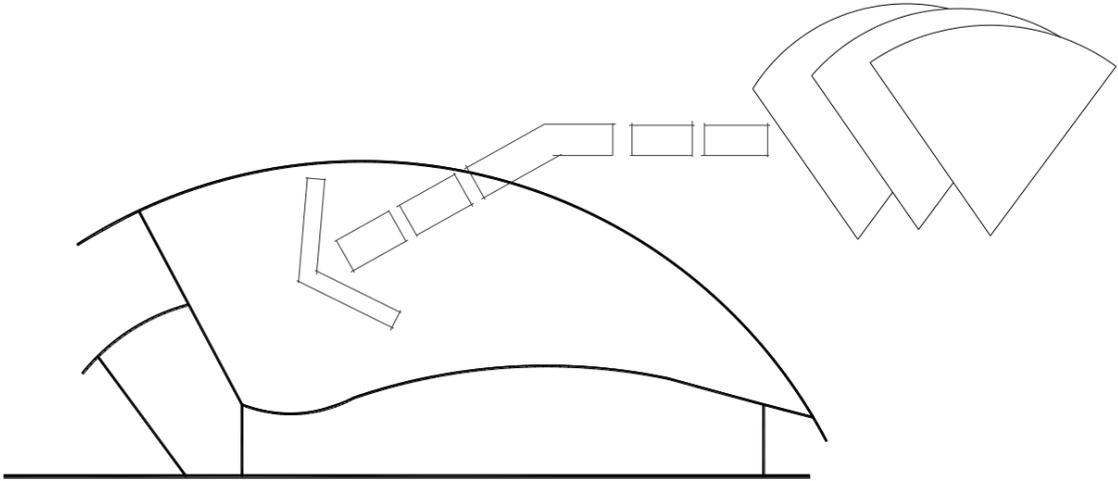


El diseño además de basarse en la analogía del logo, se integra en el conjunto mediante el uso del color y materiales.

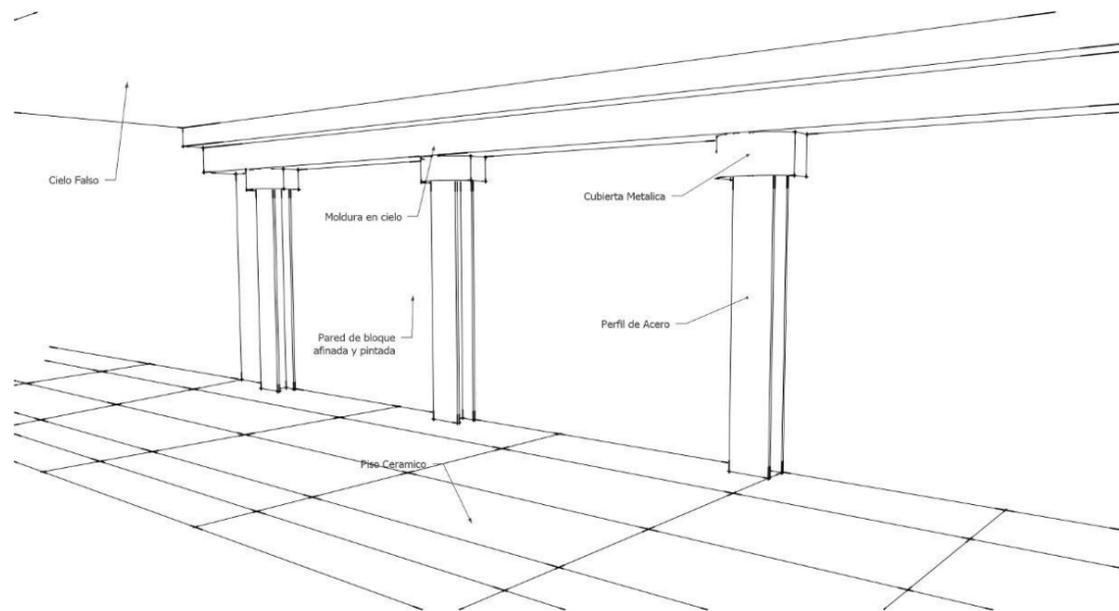
GEOMETRIA



Analizando las formas que conforman el isotipo tenemos: el círculo y el segmento de círculo, y si observamos la fachada principal del edificio vemos la utilización del semi círculo



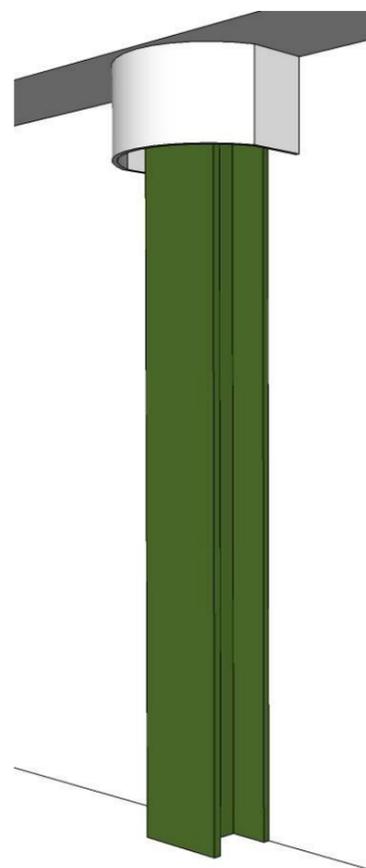
En el esquema se observa como al invertir el logotipo se tienen los planos cuya forma se ve reflejada en el perfil del edificio



Perspectiva interior de pasillos en edificio administrativo

Como detalle al interior en edificio de oficinas tenemos la columna de perfil de acero visto, en este caso vemos como un perfil característico en la tipología de las plantas geotérmicas es retomado para el diseño de oficinas y se deja a la vista, resaltándolo al pintarlo de color verde y rematarlo con una pantalla metálica curva.

Es un claro ejemplo de aplicación del principio de estructuras vistas, tal como se usa en las plantas geotérmicas. También se utiliza el color verde (representa el desarrollo geotérmico en El Salvador y que tiene como base el respeto y armonía ambiental) característico de LaGeo y este contrasta con las paredes blancas de los pasillos.



PARQUEO

Dicho parqueo en edificio administrativo representa la plataforma de un pozo geotérmico, esto mediante el uso del material, pues como sabemos las plataformas son de concreto.

Si observamos la imagen de la plataforma real observamos la semejanza y como el principio de la conceptualización se aplicó a un estacionamiento.



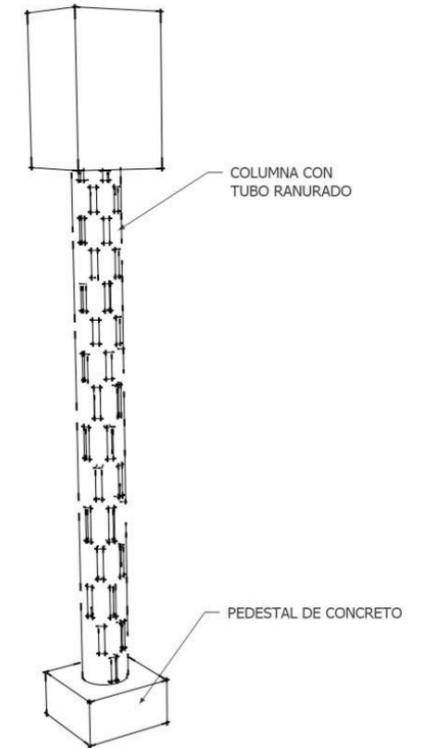
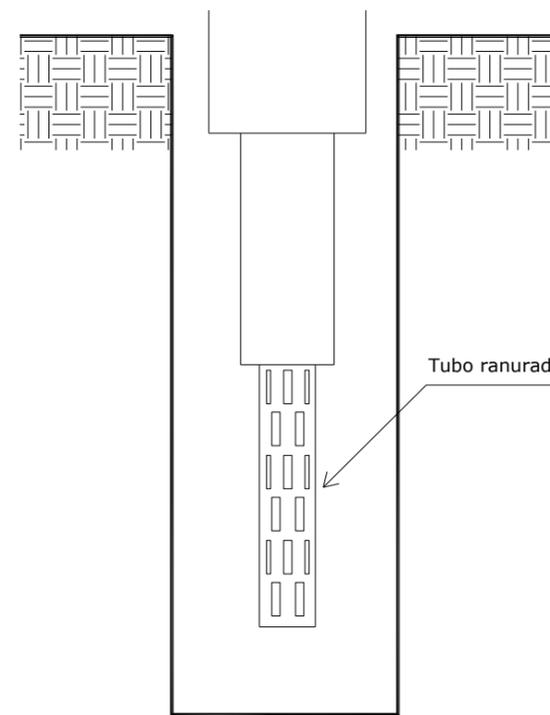
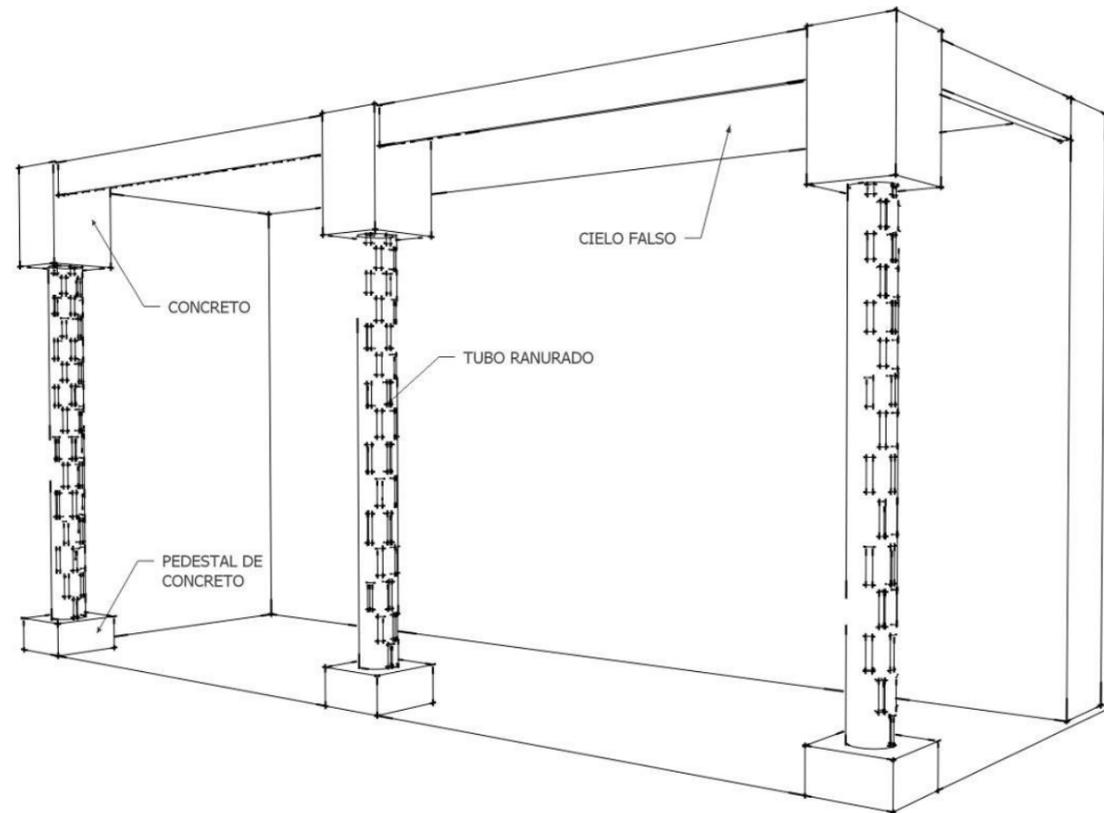
PISO INTERIOR

El ladrillo del piso al interior representa el color de epidota, un mineral propio de la roca matriz de un reservorio geotérmico.



La epidota es de color verde amarillento y eso se ve reflejado en los ladrillos al interior del edificio.

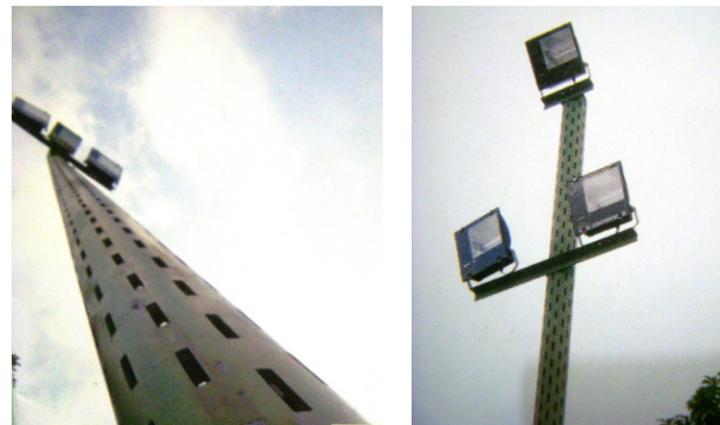
Las columnas de edificio dentro de la Central Geotérmica de Berlín, el cual fue retomado del proceso de extracción de vapor mediante la parte subterránea de un pozo productor, el cual en su ultimo tramo se utiliza un tubo ranurado, mismo que se a utilizado como detalle arquitectónico en las columnas.



Esquema de la perforación de un pozo donde muestra como la tubería de diferentes diámetros penetra la tierra hasta el reservorio donde el último tramo corresponde a un tubo ranurado por el cual entra el vapor y sube a la superficie

Grafico de la columna que se basa en la conceptualización del pozo geotérmico, representa un ejemplo de cómo se puede retomar solo una parte del elemento.

Este detalle de tubo es el más utilizado en las edificaciones, tanto en columnas de edificios, como estructura en jaulas de recintos animales, detalle de ducha en Parque Geo-Ambiental, luminarias en edificio administrativo, etc.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



**“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS URBANO-
ARQUITECTONICOS PARA FUTURAS EDIFICACIONES
DE LAGEO”**

PRESENTADO POR:

ADELA ESPERANZA SANTOS CRUZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:

ARQUITECTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE ARQUITECTURA

DIRECTOR :

ARQ. MANUEL HEBERTO ORTÍZ GARMENDEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

ARQUITECTA

Título :

**“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS URBANO-
ARQUITECTONICOS PARA FUTURAS EDIFICACIONES
DE LAGEO”**

Presentado por :

ADELA ESPERANZA SANTOS CRUZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Arq. Milton Guillermo López Guzmán

San Salvador, Marzo de 2012

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

Arq. Milton Guillermo López Guzmán

AGRADECIMIENTOS

A Dios gracias por haberme permitido culminar mis estudios, a mi familia que me apoyó siempre a lo largo de mi carrera, mi mamá, papá, y hermano; gracias por sus sacrificios.

A los docentes de la escuela de arquitectura, especialmente a mi asesor a quien le agradezco su apoyo y su guía durante este año; me enorgullece haberlo tenido como mi mentor y nunca olvidare todas sus enseñanzas.

A los arquitectos de LaGeo por la apertura que me brindaron y su colaboración indispensable en el desarrollo del presente documento.

A mis amigos y compañeros gracias por su ayuda, por sus ánimos y su amistad.

INDICE

INTRODUCCION.....	i
-------------------	---

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 JUSTIFICACION.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	
1.2.2 OBJETIVO ESPECIFICO	
1.4 LIMITES.....	4
1.3.1 LIMITE GEOGRAFICO	
1.3.2 LIMITE TEMPORAL	
1.5 ALCANCES.....	5
1.6 METODOLOGIA.....	5

CAPITULO 2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA.....	9
2.1.1 ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL SALVADOR	
2.2.2 MARCO INSTITUCIONAL	
2.2.3 MARCO LEGAL	
2.2 ANTECEDENTES DE LAGEO.....	14
2.3 SITUACION ACTUAL DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL PAIS.....	15
2.3.1 IMPACTO ECONOMICO	
2.3.2 IMPACTO AMBIENTAL	
2.3.3 ZONAS DE ESTUDIO	
2.3.4 PROYECCIONES FUTURAS	

2.4 SITUACION ACTUAL DE LA GEO.....	29
2.4.1 VISION Y MISION	
2.4.2 IMPACTO SOCIAL	
2.4.3 PROYECTOS Y PROGRAMAS	
2.5 PLANTAS GEOTERMICAS EN EL SALVADOR.....	35
2.5.1 EL PROCESO DE EXTRACCION Y SUS COMPONENTES	
2.5.2 CONVERSION DE LA ENERGIA	
2.5.3 PROCESO GENERAL DE FUNCIONAMIENTO	
2.5.4 TIPOS DE PLANTAS	
2.5.5 INSTALACIONES EXISTENTES	
GLOSARIO DE TERMINOS.....	52

CAPITULO 3. ANALISIS URBANO-ARQUITECTONICO

3.1 CASOS ANALOGOS CENTRALES GEOTERMICAS.....	57
EN ISLANDIA	
3.1.1 FICHAS DE ANALISIS	
3.1.2 INTERPRETACION DE DATOS	
3.2 ANALISIS DE LAS CENTRALES GEOTERMICAS.....	67
DE EL SALVADOR	
3.2.1 UBICACION Y ACCESIBILIDAD	
3.2.2 TOPOGRAFIA	
3.2.3 CLIMA	
3.2.4 VEGETACION	
3.2.5 ZONIFICACION	
3.2.6 DIAGRAMA DE RELACION	
3.2.7 ESPACIOS COMPLEMENTARIOS	
3.3 ANALISIS URBANO DEL CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN.....	87
3.3.1 ACCESIBILIDAD	

3.3.2 CIRCULACIONES	
3.3.3 MOBILIARIO URBANO	
3.3.4 AREAS VERDES	
3.3.5 ESTACIONAMIENTO	
3.4 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS.....	97
3.5 PLANTEAMIENTO DE NECESIDADES.....	98
3.6 ANALISIS ARQUITECTONICO.....	100
3.6.1 TIPOLOGIAS DE DISEÑO	
3.6.2 COLOR Y TEXTURA	
3.6.3 ILUMINACION	

CAPITULO 4. PROPUESTAS

4.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO.....	114
4.2 ELEMENTOS GEOTERMICOS.....	115
4.2.1 ANALISIS DE LAS FORMAS	
4.2.2 FICHAS DE ANALISIS	
4.3 LINEAMIENTOS DE DISEÑO.....	126
4.31 OBRAS EXISTENTES	
4.4 APLICACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS.....	134

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

La energía geotérmica representa una fuente importante de producción energética renovable, un recurso natural que posee nuestro país y que al igual que otros en, Europa, Asia, Norte América, es explotada para la generación eléctrica.

Es LaGeo la empresa pionera encargada de la producción energética, brindando una alternativa renovable al país y durante su crecimiento y desarrollo ha expandido su apoyo en obras de beneficio para la población y forjado una identidad propia que debe darse a conocer.

La investigación realizada pretende difundir los conocimientos sobre la tipología arquitectónica que nace dentro de la empresa, su origen, planteamiento y edificaciones representativas; y para ello, antes debemos conocer y comprender el concepto y funcionamiento de la geotermia y como esta, da origen al diseño arquitectónico.

El presente documento consta de cuatro capítulos en el primero podrán observar los planteamientos iniciales, la razón de nuestra investigación y hacia donde queremos llegar con ella. En el segundo capítulo conocerán sobre historia de la energía geotérmica en El Salvador, así como todo lo relevante al funcionamiento de una central geotérmica.

En nuestro tercer capítulo se elaboró un breve análisis que muestra la situación actual del campo Geotérmico de Berlín y el concepto de arquitectura que se ha implementado en LaGeo; finalmente en el cuarto capítulo se encontrarán con la recopilación de los principios de diseño y los lineamientos que de ellos derivan, con sus respectivos ejemplos de aplicación.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Salvador es un país pionero a nivel centroamericano en aprovechar los recursos energéticos renovables que posee, como es la geotérmica, inicialmente impulsado por la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) desde la década del 70; y posteriormente por LaGeo, que actualmente aporta un 25% de la demanda nacional. Con el inicio de la producción geotérmica se necesitó de la construcción de infraestructura especializada, como son las plantas geotérmicas.

Pero con una población mayor a los 5.7 millones¹, El Salvador posee una demanda de energía eléctrica alta, de aquí la necesidad de una mayor producción para cubrir la demanda actual.

Como respuesta se hizo necesaria la expansión y renovación de las plantas; así como la construcción de nuevas instalaciones administrativas y con esta última se originó la creación de una nueva expresión arquitectónica propia de LaGeo, la cual se busca replicar a futuro estableciendo una imagen arquitectónica.

Para lograr dicha imagen visual que los identifique ante la población surge la necesidad de formular los lineamientos que rijan el diseño de sus edificaciones a futuro. Actualmente carecen de información escrita que exprese y de a conocer la visión arquitectónica de la empresa.

Además con el crecimiento de la industria nace también una visión de apertura y transparencia hacia la población, donde el público pueda conocer el funcionamiento y los beneficios de la energía geotérmica; con ello surgen nuevas necesidades espaciales como es la readaptación de las instalaciones existentes y que originalmente no consideraban un enfoque turístico, pues carece de infraestructura destinada a la recepción del público.

Teniendo en cuenta que existen áreas de concesión en las cuales se prevé el desarrollo de nuevos proyectos, se deberán superar los problemas planteados y diseñar en base a las nuevas necesidades de la empresa.

¹ CNE "Política Energética de El Salvador" 2010-2014

1.2 JUSTIFICACION

La imagen corporativa en una institución es importante para el desarrollo de la misma; pues pretende mostrar su identidad, su carácter y su finalidad a la sociedad que lo rodea.

El documento pretende solventar las necesidades actuales de LaGeo, en cuanto a la formulación de lineamientos de para el diseño de futuras edificaciones, y que a la vez, mediante la creación de estos se consolide la identidad visual a través de sus construcciones.

LaGeo es una empresa que mantiene un compromiso social con la población salvadoreña y principalmente con las comunidades que rodean sus instalaciones, en su rol de “vecino responsable” promueve y contribuye al desarrollo local a través de programas y convenios con instituciones gubernamentales y ONG's; ejemplo de ello son los convenios con el Ministerio de Educación, Ministerio de Medio Ambiente, Alcaldías, y la Universidad de El Salvador.

Esta última, mantiene una relación estrecha con LaGeo, al realizar un diplomado de “Especialización en Geotermia”, donde la empresa fue participante y brindó recursos tecnológicos para su desarrollo.

Además se contribuirá con la población estudiantil de la Universidad de El Salvador, con el aporte de nuestra investigación sobre energía geotérmica y su arquitectura, información que no es de conocimiento público y por lo tanto, servirá para difundir el desarrollo de la energía geotérmica, el funcionamiento de sus instalaciones en nuestro país y la proyección arquitectónica de la empresa.

Por los aportes que LaGeo brinda a la población, en el desarrollo social, económico y cultural, es importante colaborar en el planteamiento de soluciones favorables y que sean de ayuda al desarrollo arquitectónico de la empresa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Investigar, identificar y plantear, los principios y lineamientos de la arquitectura dentro de LaGeo, su implementación en las edificaciones existentes y planteamiento de propuestas a futuro.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Establecer la identidad visual de la empresa mediante la implementación de los principios arquitectónicos que los identifica ante la sociedad.

Difundir el conocimiento sobre energía geotérmica y mostrar como es retomada, abstraída y aplicada en la arquitectura de LaGeo.

Formular lineamientos de diseño generales a partir de los principios y proponer ejemplos de aplicación urbano-arquitectónica.

Proponer soluciones amigables con el medio ambiente, que no afecten el paisaje natural, acorde con la filosofía de la empresa.

1.4 LIMITES

1.4.1 LIMITE GEOGRAFICO

La presente investigación se realizará en las instalaciones de LaGeo, ubicadas en Berlín, Ahuachapán y Santa Tecla, por lo que nos limitaremos a sus plantas geotérmicas dentro del país.

1.4.2 LIMITE TEMPORAL

Se desarrollará en el período comprendido entre febrero de 2011 a febrero de 2012, como fecha límite. Sin embargo la guía de investigación tendrá vigencia por los años que estime LaGeo, pues será de uso exclusivo para la empresa.

1.5 ALCANCES

Elaboración de un Documento que plantee principios y lineamientos de diseño arquitectónico para las edificaciones de LaGeo, que servirá de guía al diseñador en futuros proyectos de la empresa y crearán una imagen visual de la institución.

1.6 METODOLOGIA

Se presenta la metodología adoptada para el desarrollo del trabajo y con el fin de realizarlo de manera ordenada, se ha dividido en cuatro capítulos: Generalidades, Marco Teórico, Análisis Urbano-Arquitectónico y Propuestas.

A continuación se describirá en que consiste cada capítulo y los aspectos que abarca.

CAPITULO 1: GENERALIDADES

Consiste en los planteamientos iniciales, luego de una investigación bibliográfica general, se analiza la información y se elabora:

El planteamiento del problema, que describe la problemática a tratar y su contexto social y económico en que se desarrolla. Justificación de la investigación, las razones por las cuales nos motiva a encontrar solución al problema. Objetivos, son las metas concretas que pretendemos lograr. Límites en este caso temporal y geográfico; y por ultimo los Alcances de la investigación mediante una oferta técnica.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

En este capítulo se realiza una investigación profunda, en fuentes bibliográficas especializadas, entrevistas a profesionales de la materia, y visitas de campo a las instalaciones geotérmicas del país.

Se busca establecer un conocimiento profundo referente a la energía geotérmica, sus antecedentes, la situación actual en el país, la empresa que lo desarrolla, como se genera y explicar el funcionamiento detallado de las instalaciones. Es la base teórica de la investigación necesaria para desarrollar el próximo capítulo, pues en esta etapa se aprenderá todo lo referente al tema.

CAPITULO 3: ANALISIS URBANO-ARQUITECTONICO

Este capítulo comprenderá el análisis de las centrales existentes en El Salvador, desde un enfoque urbanístico y arquitectónico. Esto se hará mediante visitas de campo, entrevistas con personal de la central geotérmica y arquitectos de LaGeo. Recopilando información teórica, fotografías, elaboración de mapas, diagramas de relación, zonificación, etc. Para luego interpretar dicha información e identificar problemas.

CAPITULO 4: PROPUESTAS

Comprende la recopilación de los principios de diseño existentes y la formulación de lineamientos a partir de dicho principios así como su aplicación en el diseño de propuestas.

METODOLOGIA

•Planteamientos iniciales resultantes de una investigación bibliografica.

•Establece un conocimiento profundo referente a la energia geotermica, sus antecedentes, situacion actual, la empresa que lo desarrolla, como se genera y explica el funcionamiento de las instalaciones.

CAPITULO 1.
GENERALIDADES

CAPITULO 2.
MARCO TEORICO

CAPITULO 4.
PROPUESTAS

•Contiene la recopilacion de los principios de diseño existentes y la formulación de lineamientos, así como su aplicación en propuestas de diseño.

CAPITULO 3.
ANALISIS

•Comprende el analisis de las centrales existentes en El Salvador, desde un enfoque urbanístico. Se Identifican problemas y proponen soluciones

CAPITULO 2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA

En el transcurrir de los tiempos, la humanidad ha ido observado todos los cambios y fenómenos que el planeta tierra ha demostrado, desde los generales tales como los cambios de mareas en las costas, los movimiento de rotación y traslación; y también hasta cambios mas específicos tales como los movimientos telúricos de las placas terrestres, tormentas tropicales (huracanes), nacimientos de volcanes en diferentes partes del mundo entre otros. En los inicios de la humanidad cuando el desarrollo de las civilizaciones era menor, la mentalidad humana carecía de un racionamiento científico, de manera que, atribuía los fenómenos naturales a un ser superior.

Uno de estos fenómenos naturales eran las emanaciones de vapor desde la tierra las cuales causaban asombro y no tenían explicación alguna.

Con el tiempo la evolución de las civilizaciones y el desarrollo de un racionamiento científico, fueron dando respuesta a los fenómenos de la tierra y así llamaron geotermia al calor que emanaba de la tierra y producía fumarolas.

La geotermia es el estudio de los fenómenos térmicos de la capa terrestre, en un sentido más amplio se puede decir que es el calor que irradia la tierra desde su interior hacia el exterior; el cual disminuye mientras mas se acerca a la superficie, debido a la misma estructura de la tierra, la cual se divide en tres capas muy importantes, las cuales se mencionan a continuación:

El Núcleo que está conformado por hierro fundido a una temperatura aproximada de 4000°C.

El Manto el cual es la capa intermedia de la tierra la que se compone de Silicatos de Hierro y Magnesio con un espesor de unos 2900Km con una temperatura de 800 a 1000°C.

La Corteza Terrestre cuyo espesor puede ser irregular pues comprende desde 5 km hasta 35 km con una temperatura de 15 a 20°C.² (Ver imagen 1)

Cuando el magma que proviene del núcleo atraviesa el manto intermedio puede alcanzar la parte superior de la corteza terrestre, estas altas temperaturas

² <http://www.igme.es/internet/geotermia/La%20energ%EDa%20geot%E9rmica.htm>

afectan los mantos acuíferos profundos y la presión generada abre ocasionalmente superficiales válvulas de escape, manifestadas como ausoles, fumarolas, géiseres, manantiales de agua caliente, etc.

Cuando los mantos y las corrientes de agua profunda originados por las lluvias entran en contacto con las altas temperaturas del interior, se da origen a los yacimientos o reservorios de agua y vapor geotérmico.³

Existen tres tipos de yacimientos según la temperatura a la que sale el agua y el vapor; estos son:

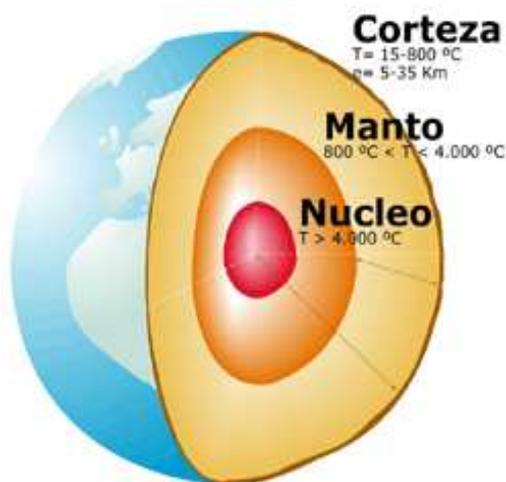


Imagen 1. Capas de la corteza terrestre

1. Yacimientos de Altas Temperaturas: Se localizan en las zonas activas de la corteza terrestre. Su temperatura esta comprendida entre 200 y 400 grados centígrados (o Celsius). Una reserva geotérmica de este tipo es utilizada en una central de vapor.
2. Yacimientos de Temperatura Media: Son aquellos en los que los fluidos de los acuíferos están a temperaturas menos elevadas, normalmente entre 100 y 200 grados centígrados.
3. Yacimientos de Baja Temperatura: Son aprovechables en zonas más amplias que las anteriores, como en las cuencas sedimentarias, donde los fluidos se encuentran a temperaturas entre los 50 y 100 grados Celsius. Este tipo de explotación comercial de los recursos endógenos terrestres se utiliza para necesidades domésticas, sean estas urbanas o rurales.⁴

³ LaGeo. "Historia de la Energía Geotérmica de El Salvador" San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005. Pág. 27

⁴ LaGeo. "Historia de la Energía Geotérmica de El Salvador" San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005. Pág. 29

Desde que se tuvo conocimiento de las manifestaciones geotérmicas, comenzaron a utilizarse en distintos usos, primero como baños termales, luego los científicos descubrieron en su composición química la presencia de ácido bórico y esto resultó en que podía utilizarse con fines farmacéuticos.

Pero fue hasta 1904 cuando comenzó a utilizarse el vapor geotérmico para producir energía eléctrica. En Lardello Italia, Piero Ginori-Conti, fue el precursor creando la primera manifestación, mediante una planta de pequeñas proporciones.

En 1913 que comenzó a funcionar la primera planta geotérmica en Italia, que llegó a abastecer el sistema de trenes en el año de 1940. Siendo este país el pionero en generación de energía proveniente del vapor de agua.

Luego 1930 se instaló la primera Planta moderna de red de tuberías de calefacción en Reikjavik, Islandia “Desde entonces, redes de calefacción que utilizan la energía geotérmica se encuentran en funcionamiento en Francia, Italia, Hungría, Rumanía, Rusia, Turquía, Georgia, China, Estado Unidos y la propia Islandia, donde, hoy en día, el 95% de los habitantes de la isla tienen calefacción por medio de una red de 700 km de tuberías aisladas que transportan agua caliente. Después de la Segunda Guerra Mundial, muchos países fueron atraídos por la energía geotérmica” ⁵

2.1.1 ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL SALVADOR

A continuación se presentará un cuadro resumen que contiene los eventos y fechas relevantes en la historia de la energía geotérmica en El Salvador, desde las primeras investigaciones, los resultados, las primeras manifestaciones del potencial y las zonas donde se encontraron. Con el fin de conocer la evolución que tuvo en nuestro país, hasta el día de hoy.

⁵ <http://asturcantabro.es/documentos-noticias/20100214155221.pdf>

CUADRO RESUMEN
ANTECEDENTES DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL SALVADOR

FECHA	EVENTO
1945	Creación de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)
1950	Se impulsó la investigación del recurso geotérmico en el país, mediante la gestión del presidente de CEL, Guillermo Sol Bang
1955-1956	Se funda el Servicio Geológico Nacional (SGN) adscrito al MOP, que sería manejado por el Dr. Helmut Meyer Abich
1967	CEL inició la planificación de la construcción de su primera planta geotérmica en Ahuachapán.
1968	Se perforó el primer pozo exploratorio denominado AH-1
1969-1970	Inicia una segunda etapa de perforaciones profundas, con cinco pozos profundos.
1972-1975	Construcción de la central geotérmica de Ahuachapán con una unidad de 30 MW
1976	Inicia el funcionamiento de la Unidad II
1976-1981	Se realizan reconocimientos geológicos y geoquímicos en Berlín, Chinameca y San Vicente. Se inaugura la unidad III en Ahuachapán con una capacidad de 35 MW
1996-1999	Se construye la Central Geotérmica de Berlín
2002	Se anuncia ENEL como nuevo socio de la Geotérmica Salvadoreña (GESAL)
2007	Entra en funcionamiento la Unidad III de Berlín
2008	Inicia el funcionamiento de la unidad IV de ciclo binario en Berlín.

MARCO INSTITUCIONAL

Instituciones que rigen el Sector Eléctrico de El Salvador:

- Consejo Nacional de Electricidad (CNE), es la autoridad superior, rectora y normativa en materia de Política Energética y como coordinadora de los distintos sectores del sector energético.
- La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), que tiene por misión aplicar las leyes que regulan los sectores de Electricidad y Telecomunicaciones, velar por su cumplimiento, garantizando los derechos de usuarios y operadores, generando seguridad jurídica, inversión, desarrollo y competencia.
- El Fondo Nacional en Electricidad y Telefonía (FINET), administrado por el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), es el encargado de la administración y asignación de subsidios a los usuarios de bajos recursos, así como a la expansión de la electrificación rural.
- La Unidad de Transacciones (UT) es la entidad encargada de la operación del mercado mayorista de electricidad de El Salvador con la función de operar el sistema de transmisión de energía eléctrica, mantener la seguridad del sistema eléctrico de potencia, asegurar la calidad mínima de los servicios y operar el mercado mayorista de electricidad.
- La Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL) se crea con la finalidad de proveer una red de transmisión de energía eléctrica que satisfaga las expectativas de seguridad y continuidad del servicio eléctrico, haciendo posible las transacciones entre los participantes del mercado dentro del país así como con los países de la región centroamericana mediante el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central

2.2 ANTECEDENTES DE LAGEO

La empresa hoy conocida como LaGeo, es una sociedad de economía mixta, dedicada a la investigación y generación de energía geotérmica, pero para lograr la posición que ahora goza, debió pasar por muchos cambios años atrás.

LaGeo S.A. de C.V. nació como una gerencia de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL); en la década del 70'. Con el inicio de las investigaciones del potencial energético en nuestro país y principalmente el geotérmico, pronto se hizo necesario la creación de una gerencia dedicada a la investigación de este recurso natural y así, nace la Gerencia Geotérmica de CEL, conocida como GeoCel. Por muchos años se mantuvo como gerencia y se dedicaba a la exploración y realización de estudios en distintas zonas del país, verificando la factibilidad de producir energía eléctrica a base del vapor de la tierra.

En 1996 se da una reforma en el sector eléctrico, con la creación de la Ley General de Electricidad y la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), esta última tendría como función ejercer las leyes y reglamentos que rigen los sectores de electricidad.

Esta reforma tendría repercusiones a futuro y fue así que en 1999 ocurre una nueva reestructuración en CEL bajo la gestión de Guillermo Sol Bang como presidente de la autónoma, consistió en la descomposición de las empresas estatales que operaban en el sector eléctrico; esto basándose en el artículo 119 de la Ley General de Electricidad aprobada en 1996 por decreto legislativo y que dicta así *“Dentro del plazo de los tres años posteriores a la vigencia de la presente Ley, la CEL deberá reestructurarse a efecto que las actividades de mantenimiento del sistema de transmisión y operación del sistema de potencia sean realizadas por entidades independientes, y que las de generación se realicen por el mayor número posible de operadores”*⁶

Dicho proceso de descomposición deja como resultado la privatización en el sector eléctrico; Y es así, que GeoCel pasa a convertirse en la Geotérmica

⁶ Corte Suprema de Justicia de El Salvador “Ley General de Electricidad”. San Salvador, Octubre de 1996.

Salvadoreña S.A. de C.V. (GESAL) una empresa de economía mixta, cuyos accionistas eran CEL y la Compañía de Luz Eléctrica de Ahuachapán (CLEA)

GESAL se dedicaba a la exploración, desarrollo, y explotación comercial de recursos geotérmicos, especialmente con fines de generación de electricidad para su venta en mercados mayoristas.

Para el año 2001 CEL opta por la búsqueda de un inversionista estratégico, con capacidad de invertir en investigaciones y desarrollo geotérmico en las áreas ya identificadas con potencial. Por ello se organiza un concurso internacional en marzo de ese año, para encontrar al socio estratégico. A esta invitación acudieron 8 empresas transnacionales y de las cuales solo precalificaron 3, la Corporación Anglo-Holandesa Shell, la Alianza Sumitomo Corporation/Kyusho Electric Power Company y el Consorcio Italiano ENEL.

En abril de 2002 se dio a conocer el ganador, fue el consorcio ENEL quien sería el nuevo socio de CEL y que pagaría 40 millones de colones por el 8.5% de acciones en GESAL; y según el acuerdo que firmaron ENEL incrementaría sus acciones a medida que invirtiera en la exploración y generación energética. Así dio inicio a sus labores en julio de 2002 con la exploración el cerro de cuyanausul en Ahuachapán y la puesta en marcha de la unidad 3 en Berlín.

Para el año 2003 GESAL pasaría a ser LaGeo S. A. de C. V. “Fue pensada como una empresa mixta dentro del sector eléctrico nacional, orientada a obtener beneficios y resultados de la combinación de capitales estatales y privados, pero sin perder de vista la función social y el rostro humano”⁷

2.3 SITUACION ACTUAL DE LA ENERGIA GEOTERMICA

En la actualidad la preocupación por la contaminación ambiental, el encarecimiento de la energía eléctrica ha hecho necesaria la investigación de

⁷ LaGeo S.A. de C.V. “Historia de la Energía Geotérmica en El Salvador” San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005.

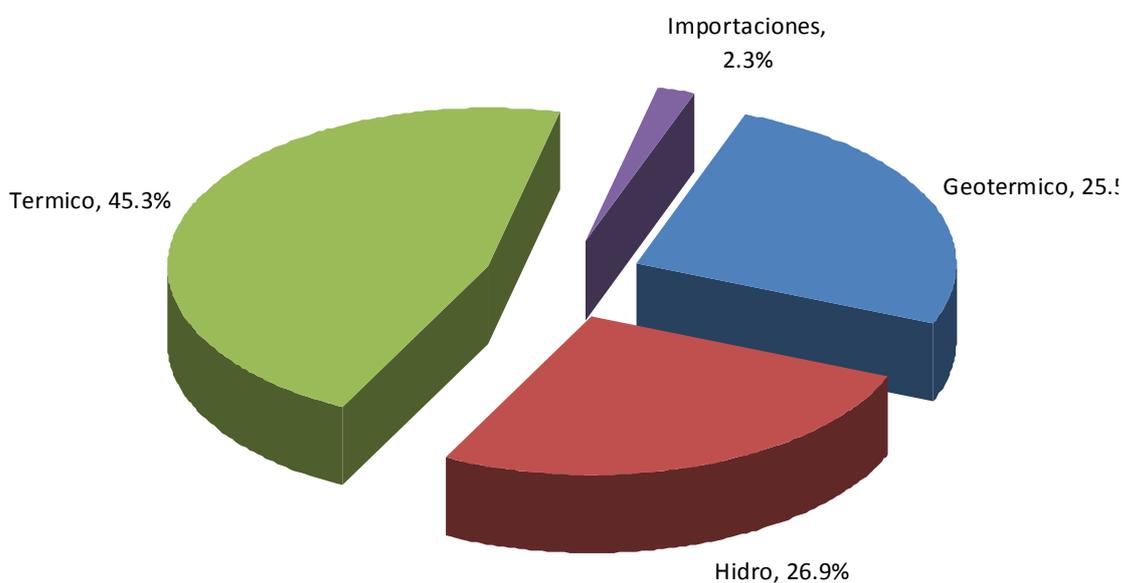
nuevas tecnologías para la generación eléctrica; como lo son las energías renovables y de este modo ampliar la matriz energética de El Salvador.

En el país se realiza la explotación geotérmica desde 1975 y se considera una energía limpia y renovable, por lo que se ha incrementado su investigación y producción, a la fecha produce 204.2MW que cubre el 25% de la demanda nacional.

Para impulsar el desarrollo energético en el país se han creado instituciones que formulan y promueven leyes para el sector energía. La principal institución es el Consejo Nacional de Energía, autoridad rectora y normativa en materia de política energética y coordinadora de las distintas instancias del sector energético.

Dicha política energética fue presentada a inicios del 2011 y contiene las líneas estratégicas a seguir para solventar problemas energéticos, una de estas líneas es la diversificación energética y el fomento a las fuentes renovables de energía.

Grafico 1. Participación de LaGeo en el Mercado Eléctrico de El Salvador 2009⁸



⁸ Rubén Antonio Loy. "Energías Renovables en Centro América y su Contribución a la Mitigación del Cambio Climático" Panamá, marzo 2010.

2.3.1 IMPACTO ECONOMICO

El impacto económico de la energía geotérmica en el país es favorable para la población, pues el costo por KW es menor en comparación al costo de la energía térmica. Pero el problema radica en que los costos de investigación y explotación de los campos son elevados, y muchas veces la inversión se vuelve a riesgo, pues no se tiene certeza de encontrar potencial o que este no sea viable.

Por esta razón el gobierno no quiere invertir en las primeras fases y se hace necesario buscar inversionistas extranjeros o crear convenios con otros países e instituciones interesadas en el estudio de los campos geotérmicos del país.



Fuente: Geothermal Training Program, Iceland, Report 2006

Como lo muestra el gráfico 2 los riesgos en la fase de reconocimiento son elevados, al igual que la inversión económica que ronda el millón de dólares en el lapso de un año. Y el proceso de investigación hasta la puesta en funcionamiento tarda de tres o más años con un costo de hasta 10 millones o más.

Por esta razón la explotación de los campos geotérmicos avanza a menor velocidad, pues se requiere de inversores dispuestos a arriesgarse.

El gobierno ha realizado algunas acciones para impulsar la investigación de energías renovables, una de ellas fue la creación en 2007 de la “Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables” cuyo objeto no es otro que el de promover la realización de inversiones en proyectos a partir del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de los recursos hidráulico, geotérmico, eólico y solar, así como de la biomasa, para la generación de energía eléctrica.

También se incluyó el tema de energías renovables en la nueva política energética, que busca fomentar nuevos proyectos de generación y reducir la dependencia a los derivados del petróleo en la producción energética.

Con estos proyectos se busca reducir el impacto ambiental de la generación térmica y bajar los costos de la energía.

FIJACIÓN DE PRECIOS EN EL MERCADO ENERGÉTICO

En el caso salvadoreño, el mecanismo para fijar el precio futuro de la energía consiste en tomar el promedio de los últimos tres meses, de acuerdo con el Mercado Regulador del Sistema (MRS). El precio, además, se ve influenciado por el tipo de producción de energía durante el período previo que comprende el pliego tarifario. En promedio, en el MRS, el precio de megavatio (1,000 kilovatios) ha sido de US\$152, que equivale a US\$0.152 el kilovatio (el precio al que paga el consumidor).

Para la generación de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) y LaGeo, el precio promedio ha sido de US\$82 el megavatio y de US\$0.082 el kilovatio. Para la generación térmica, que es a base de búnker, un derivado de petróleo, el precio promedio ha sido de US\$217 el megavatio y US\$0.217 el kilovatio.⁹

Lo anterior nos muestra que el costo de la energía geotérmica es mucho menor al de la energía térmica; al incrementar la producción se estaría beneficiando a la población con menor costo de la energía eléctrica.

⁹ María José Saavedra, La Prensa Grafica. “Alza del 13.3% en la Energía desde Mañana” Abril de 2011.

2.3.2 IMPACTO AMBIENTAL

Existen diversos impactos ambientales en la construcción, desarrollo y operación de una planta geotérmica, dentro de los cuales destacan: emisiones gaseosas, posible contaminación de aguas, uso de la tierra, perturbación de flora y fauna, contaminación acústica y visual.

Generalmente las instalaciones se ubican en terrenos accidentados y pocos accesibles, rodeado de áreas verdes con diversidad de flora y fauna; esto debido a que los yacimientos se encuentran en estas zonas.

Indudablemente cualquier cambio físico, hecho por el hombre, en estas regiones ocasiona un impacto, al destruir la flora y causar el desplazamiento de la fauna silvestre.

Los principales problemas que ocasiona la exploración y construcción son el ruido que generan las perforaciones de los pozos exploratorios; La tala de árboles que son el hogar de especies silvestres y a la vez son barreras vivas que evitan la erosión del suelo; las obras de terracería y la creación de caminos para acceder al terreno. Además pueden ocurrir movimientos tectónicos durante el proceso de reinyección, pero eso puede evitarse reduciendo la presión con que ingresa el fluido. Otro de los problemas que puede ocasionar es el impacto visual que tiene cuando el diseño no está en armonía con el entorno.



Foto 1. Vista general de la central geotérmica de Berlín, en etapa de construcción.

Se puede observar la carencia de vegetación y las obras de terracería realizadas.

Uno de los más preocupantes puede ser el uso de gases tóxicos y altamente inflamables; y que puede ocasionar daños a la salud por inhalación.

Ejemplo de ello es la unidad cuatro de Berlín, siendo de ciclo binario utilizan el gas llamado isopentano. Pero en este caso se mantiene un monitoreo constante y se toman las precauciones necesarias en el manejo del gas.

A pesar de todo, hay que mencionar que el impacto que causan los proyectos de geotermia son menores en comparación a las plantas fósiles e hidroeléctricas.

Para mitigar el impacto ambiental que tienen las construcciones se realizan diversas obras, como un plan de monitoreo ambiental en los campos, el cual incluye muestreos físico-químico sobre la calidad del agua y del aire.

También se instaló en el año de 1996 un sistema de telemetría sísmica e hidrometeorología en Berlín para monitorear la actividad sísmica.

Comprometidos con la protección y salvaguarda del medio ambiente se han realizado acciones en conjunto con el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Educación para reforestar 5 manzanas en el campo de Ahuachapán, esto con el fin de mejorar el clima local, reducir la erosión y enriquecer los mantos acuíferos de la zona. Este mismo tipo de acciones se han repetido en la zona de Berlín.

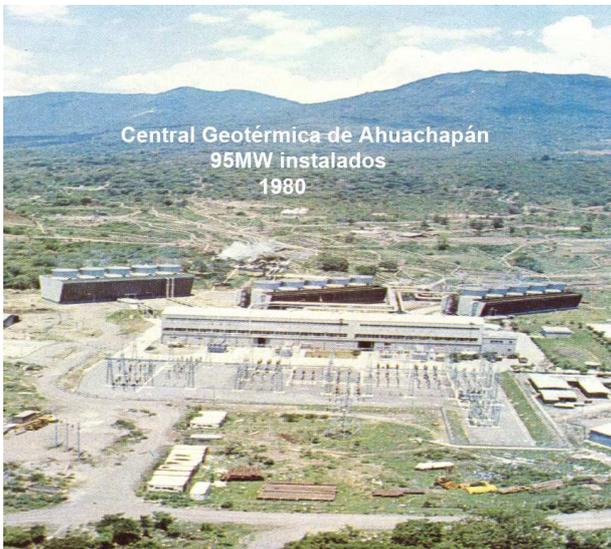


Foto 2. Vista de la planta geotérmica en Ahuachapán, año de 1980.

La zona se observa con poca vegetación, a pesar que su construcción finalizó en 1975. Este es un ejemplo del impacto ambiental y visual.

Pero fue en el año 2000 que la empresa se sometió al proceso de diagnóstico ambiental del MARN, por lo que debieron presentar el estudio de

impacto ambiental de la unidad de Ahuachapán; lo cual dio como resultado que el MARN emitiera el permiso ambiental.

En el caso de Berlín se implementó un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14000; y desde entonces la empresa exige en todo contrato que firma con otras entidades, se incluyan cláusulas de manejo ambiental.

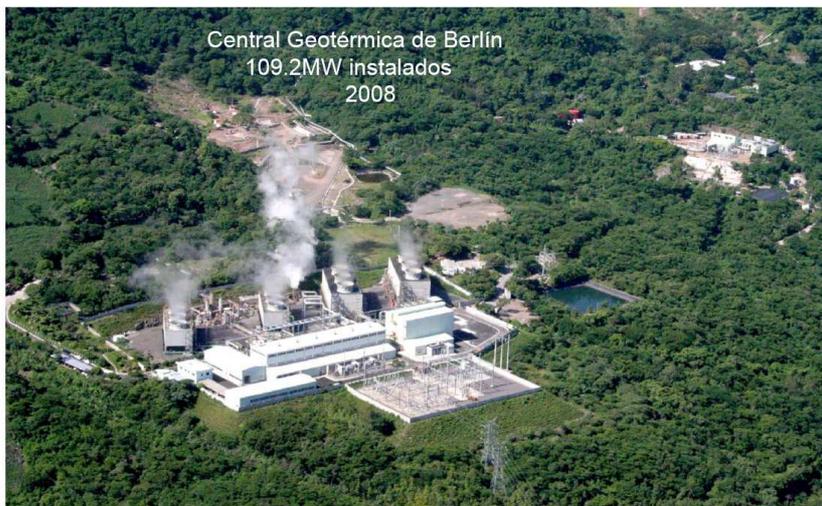


Foto 3. Se pueden apreciar los cambios desde 1998 como se muestra en la Foto 1, hasta 2008. La planta de Berlín totalmente reforestada

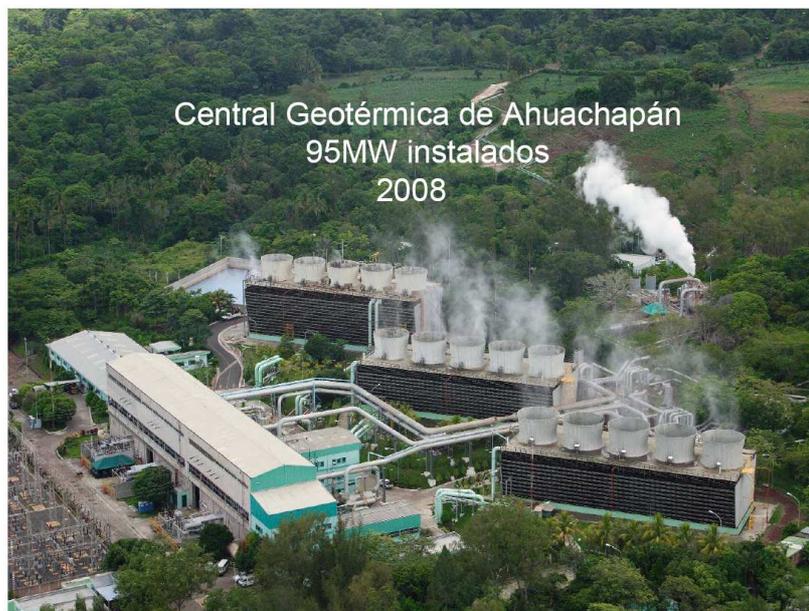


Foto 4. En el caso de Ahuachapán también podemos observar el cambio y el crecimiento que tuvo la central geotérmica en comparación al año de 1980 como muestra la Foto 2

2.3.3 ZONAS DE ESTUDIO

Desde tiempo atrás se tiene conocimiento de la existencia en nuestro país de zonas conocidas como “ausoles”, que no son más que yacimientos de vapor.

Los primeros ausoles en darse a conocer, desde la época de la conquista, fueron los de Ahuachapán, tan famosos por sus vapores medicinales y estudiados por muchos científicos. Pero estos no eran los únicos, luego se fue dando a conocer la existencia de ausoles en, Cuscatlán, Cabañas, San Vicente, Usulután, y la Unión.

El fenómeno que ocurre en estos ausoles se conoce como gradiente geotérmico, que son altas temperaturas que fluyen a través de la corteza terrestre y se manifiesta superficialmente de diferentes formas.



Foto 5 y 6. Vista de los infiernillos o ausoles en el volcán de San Vicente. Fotografía del año 1926, tomada del libro “Historia de la Energía Geotérmica en El Salvador”

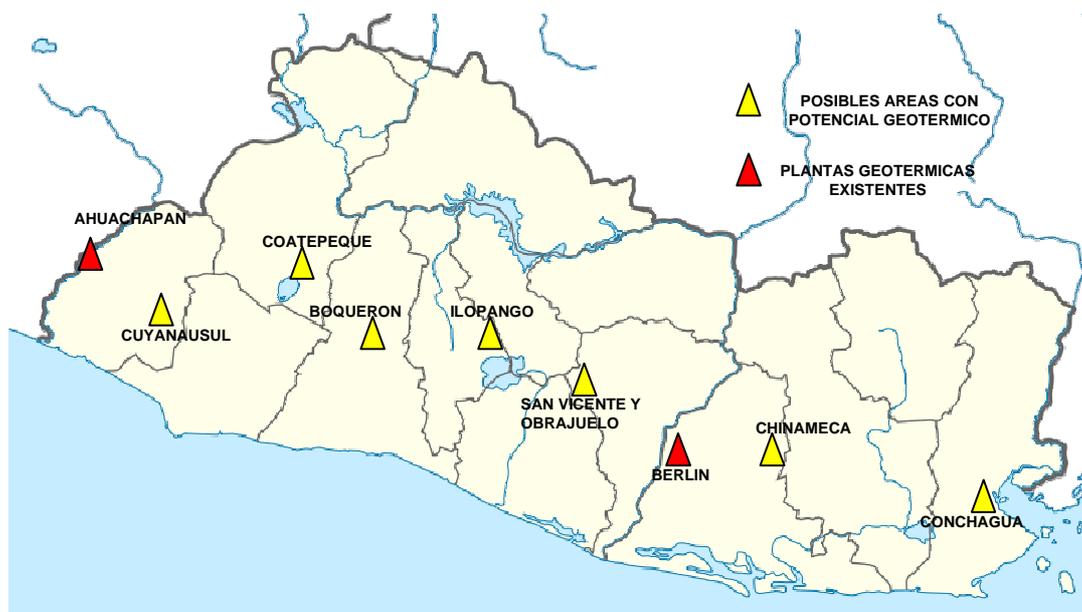
Para el caso de El Salvador, este fenómeno se extiende bajo la cadena volcánica que atraviesa el país, desde la zona de Ahuachapán pasando por Coatepeque, volcán de San Salvador, volcán de San Vicente, volcán Tecapa, Conchagua y otras zonas que presentan manifestaciones hidrotermales como: actividad geovulcanológica, fumarolas, manantiales de agua caliente y otros fenómenos indicadores del potencial geotérmico almacenado en el subsuelo salvadoreño.

Entre las áreas con mayor manifestación geovolcanológicas en el país, están Los Ausoles de Ahuachapán y el Tronador en Alegría Usulután. En Ahuachapán encontramos muchos lugares con manifestaciones hidrotermales como Chipilapa, Cuyanausul, La Labor, Agua Shuca. Las cuales son una clara manifestación de la actividad geotérmica de la zona.

Estas y las demás áreas con potencial geotérmico mencionadas se caracterizan por tener como fuente de calor una cámara magmática poco profunda la cual por presiones de la incandescencia se separa de la masa magmática, se incrusta y queda atrapada en la corteza terrestre, es por esta razón que en estas áreas afectadas a un par de kilómetros de profundidad encontramos temperaturas que oscilan entre 250 y 300 grados centígrados.

El agua lluvia que se filtra a través de la corteza terrestre forma mantos y corrientes de aguas profundas que al entrar en contacto con las altas temperaturas, dan origen a los yacimientos o reservorios de agua y vapor geotérmico, cuya temperatura y presión ofrecen la posibilidad de ser explotados con fines de generación de energía eléctrica.

Mapa 1. Zonas de estudio con potencial geotérmico
El mapa presenta la ubicación de las áreas identificadas con potencial geotérmico y la ubicación de las plantas existentes.



Fuente: Desarrollo de la Energía Geotérmica en El Salvador, LaGeo S.A. de C.V.

2.3.4 PROYECCIONES FUTURAS

Antes de proceder a la explotación de un campo geotérmico es preciso conocer a cabalidad, muchas variables y condiciones, las cuales permitirán asegurar que esa explotación sea técnica y económicamente posible. Para ello, es necesario e imprescindible conocer la profundidad y espesor del yacimiento, la calidad, temperatura y caudal del fluido emanado, la permeabilidad y porosidad de las rocas y la conductividad térmica y capacidad calorífica del reservorio y de las rocas del mismo.

Todo eso se realiza mediante diversos estudios geocientíficos de corte interdisciplinario (mediante la combinación multidisciplinaria de la geología, geoquímica, geohidrología, geofísica, etc.), que incluyen sondeos hechos mediante perforaciones realizadas con maquinaria semejante a la de la explotación petrolera. Todo proyecto de generación eléctrica con base en la geotermia requiere, al menos, cinco fases:

1. *Reconocimiento*. Consiste en la exploración, recolección y análisis de la información existente sobre el potencial geotérmico de una zona geográfica determinada donde se sospecha pueda existir un reservorio.

2. *Prefactibilidad*. Es la etapa de estudio y evaluación de macro áreas para la determinación de sitios de interés para su explotación geotérmica.

3. *Factibilidad*. Es la etapa de evaluación de los resultados obtenidos en las investigaciones geocientíficas. Aquí es donde se formulan las áreas de interés, se diseña el proyecto integral y se analizan sus dimensiones técnicas, económicas y de impacto ambiental.

4. *Desarrollo*. Es la fase de ejecución del proyecto, que consiste en la perforación de pozos geotérmicos exploratorios (o someros), productores y reinyectores, cuyas profundidades oscilan entre los 1000 y 3000 metros. Los pozos se inician mediante perforaciones de entre 26 y 36 pulgadas de diámetro, hasta una profundidad de 160 metros. Después, los diámetros de las perforaciones se estrechan hasta alcanzar su “estilo telescópico” característico, pues entre los 600 y 1600 metros entre 12 y 17 pulgadas, mientras que de 1600 a 3000 ya sólo alcanzan las 8 pulgadas en su tubo de acero con ranuras, diseñado

así para permitir el paso del agua caliente y vapor hacia el interior del pozo. En esta misma etapa se procede con el diseño y construcción del sistema de acarreo de fluidos y de los demás mecanismos que conducen al montaje de la central de generación eléctrica, hasta lograr su puesta en marcha con la totalidad de sus elementos.

5. *Explotación sostenible del recurso.* Aquí se busca producir la energía eléctrica a partir de la administración del recurso geotérmico disponible, de tal forma que su explotación y uso sean sustentables y compatibles con el medio ambiente y con el desarrollo local, regional y nacional.¹⁰

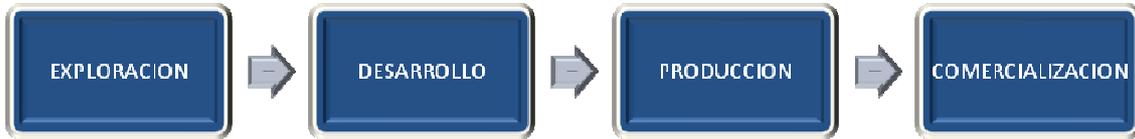
Las etapas antes mencionadas se resumen en el siguiente cuadro, donde se muestran las acciones a realizar y los objetivos que pretende cada etapa.

ETAPAS DEL PROCESO DE EXPLORACION GEOTERMICA				
RECONOCIMIENTO	PREFACTIBILIDAD	FACTIBILIDAD	DESARROLLO	EXPLOTACION
SUP >600 Km2	SUP >50 a 100Km2	SUP >10 a 15 Km2		
ESTUDIOS A REALIZAR				
Geología Geoquímica Geofísica	Geología Geoquímica Hidrogeología Geofísica Pozos someros	Pozos exploratorios Estudios de reservorios	Pozos de explotación Sistemas de conducción Diseño de planta	Funcionamiento de la planta Control de campo
ESTUDIOS A REALIZAR				
Circunscribir las áreas con mejores posibilidades	Determinar el modelo geotérmico preliminar y seleccionar la ubicación	Verificar las características del yacimiento y determinar la conveniencia técnica y económica de su explotación	Crear las condiciones para una correcta explotación del yacimiento	

Fuente: LaGeo S.A. de C.V.

¹⁰ LaGeo S.A. de C.V. "Historia de la Energía Geotérmica en El Salvador" San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005

Grafico 3.
MAPA DE PROCESO DE GENERACION GEOTERMICA



En cuanto a las proyecciones a futuro, se trabaja en dos de las zonas identificadas con potencial geotérmico, estas son San Vicente y Chinameca; también se tiene la proyección hacia Conchagua donde aun se encuentra en estudio. Además se prevé la ampliación del campo geotérmico de Berlín, con la construcción de la unidad cinco.

Mapa 2. Ubicación de proyectos en etapa de perforación de pozos



Fuente: José Antonio Rodríguez, LaGeo S.A. de C.V. "Desarrollo Geotermico en El Salvador"

SAN VICENTE

Concesión adquirida por LaGeo en 2004, con un pozo preexistente (SV-1) perforado en 1979 a una profundidad de 1350m con una temperatura de 250°C ¹¹

Las obras de exploración iniciaron en 2007 y las primeras actividades realizadas fueron la adecuación de calles de acceso y la realización de las obras civiles previas al traslado de los equipos de perforación.



Foto 7. Canaleta para desagüe durante la perforación de pozos

Retomando el pozo preexistente SV-1 que originalmente se perforó vertical, durante las nuevas intervenciones se realizó de forma direccional, este primer pozo fue perforado por CEL como parte de las actividades de exploración en la década de los 70's.



Foto 8. Obras civiles realizadas en San Vicente

Posterior a este se perforaron dos pozos mas (SV-2, SV-3), con el fin de estudiar la dimensión del reservorio y la posible capacidad de generación geotérmica.

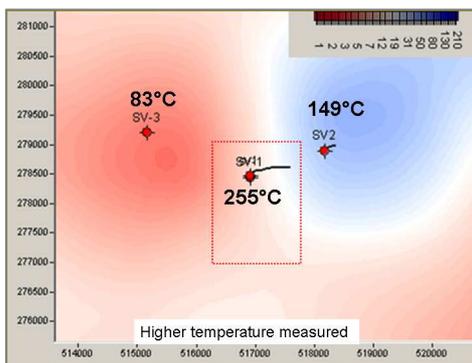


Imagen 2. Fuente: Congreso Internacional de Geotermia, Bali, Indonesia. 2010.

La imagen 2 (izquierda) muestra la ubicación de los pozos perforados en San Vicente y las temperaturas registradas

¹¹ LaGeo S.A. de C.V. José Antonio Rodríguez. "Desarrollo Geotérmico en El Salvador" Octubre 2005

De los tres pozos perforados se obtuvo que: en el SV-1 existen temperaturas de hasta 255°C pero no se obtuvo permeabilidad.

En el SV-2, se tiene una temperatura de 149°C y aunque es baja si se encontró permeabilidad en este punto.

En cuanto al SV-3 la temperatura obtenida fue muy baja, por lo que fue un punto fallido. Por ello se prevé perforar dos pozos mas hacia el sur, buscando delimitar el área del reservorio.

Actualmente San Vicente se encuentra en fase tres.

CHINAMECA

Concesión adquirida en 2004 junto con San Vicente, donde se ubican dos pozos preexistentes (CHI-1, CHI-2). Se iniciaron nuevas intervenciones en el año de 2007, con la realización de nuevos estudios geofísicos. Pero fue en 2010 cuando se perforo el tercer pozo (CHI-3B).



Foto 9. Pozo geotérmico CHI-1 perforado en 1978.



Foto 10. Emanaciones de vapor en el área de La Viejona, Chinameca.

La zona de estudio se ubica un área cercana al Cerro El Pacayal, dicho cerro está situado a 7Km al sur oeste de la ciudad de Chinameca. La posible área del reservorio se estima en 7Km² pero es probable que pueda aumentar a 15Km²

2.4 SITUACION ACTUAL DE LA GEO

LaGeo es una empresa establecida no solo a nivel nacional, sino también, a nivel internacional. Pionera en la producción de energía geotérmica en el país y única en dicho rubro.

La administración de LaGeo es el único referente de sociedades público-privadas en el país, esta conformada por las empresas Inversiones Energéticas (INE) y la compañía energética italiana (ENEL). La primera posee el 64% de las acciones, siendo el socio mayoritario y la segunda posee el 36%.

2.4.1 VISION Y MISION

Su Visión y Misión tienen como propósito el contribuir al desarrollo sostenible del país, y de la región centroamericana, mediante la investigación, industrialización, administración racional y sostenible de recursos energéticos renovables; actividades que realiza basándose en una plataforma de valores, en donde la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente son parte esencial de las operaciones productivas.¹²

VISION

Promover el desarrollo sostenible a través del aprovechamiento y comercialización de recursos energéticos con investigación y aplicación de tecnologías adecuadas a nuestro entorno y en armonía con el medio ambiente. Mejorar de forma integral la calidad de vida de nuestros accionistas, clientes, trabajadores y comunidades vecinas.¹²

MISION

Ser una empresa próspera de aprovechamiento de recursos energéticos, donde impere el trato justo y equitativo entre los integrantes; donde los trabajadores conozcan y aprecien las ciencias y las artes, y dominen la tecnología; donde las instalaciones, el agua y el aire se mantengan limpios, donde se refleje la integridad y el esfuerzo por servir a los demás.¹²

RESPONSABILIDAD SOCIAL

Nuestra responsabilidad social es el conjunto de prácticas y acciones encaminadas hacia el logro del desarrollo sostenible de la empresa y su entorno, bajo la concepción y definición de una mística de trabajo denominada “Vecino Responsable”, involucrando de esta forma elementos de gestión y operación tanto al interno de la empresa; como al externo de la misma.¹²

2.4.2 IMPACTO SOCIAL

LaGeo es una empresa que ha demostrado tener un gran compromiso social con las comunidades cercanas a sus instalaciones, bajo su concepto de “vecino responsable” El contribuir al desarrollo sostenible del país, no solo mediante la investigación y explotación de los recursos renovables; sino también, mediante el desarrollo socioeconómico de las comunidades cercanas a las plantas geotérmicas.

El impacto que esto genera en la sociedad es muy positivo, tanto para la población, como para los gobiernos locales de la zona; no solo realizan proyectos de infraestructura, también generan trabajo, capacitan y educan a la población proporcionándoles herramientas para su desarrollo social y económico.

Mediante sus acciones, la empresa solventa problemas de las comunidades y por ello se califica como positivo el impacto social que tiene. Como resultado contribuyen a mejorar la calidad de vida de los habitantes mediante la implementación de programas y proyectos.

El trabajo social en la empresa comienza en el año de 1996, cuando aun era una gerencia de CEL, esto se dio a raíz de los problemas que se observaban en las comunidades aledañas a las plantas geotérmicas, y siendo algunas de estas comunidades de escasos recursos era más evidente la necesidad de ayudarlos. Pero fue hasta 2005 cuando se crea FUNDA GEO una organización sin fines de lucro cuyo objetivo es apoyar a las comunidades ubicadas en los alrededores de las centrales.

¹² LaGeo www.lageo.com.sv

FUNDA GEO posee 4 líneas de atención que son: Educación, Infraestructura Social Básica, Proyectos productivos y Medio Ambiente. En cada una de sus líneas desarrolla programas y proyectos.

Sus objetivos sociales son:

- Contribuir con los centros escolares en la zona para el desarrollo de habilidades y conocimientos para los estudiantes en el área.
- Capacitar a personas de las comunidades para mejores y mayores oportunidades de empleo.
- Capacitar a maestros y personal de salud para que puedan aplicar sus conocimientos y poder hacer mas productivo su trabajo.

2.4.3 PROYECTOS Y PROGRAMAS

EDUCACION

Se tiene un programa denominado “ventana al mundo” consiste en impartir clases paralelo al año lectivo escolar, en las áreas de informática, ingles y refuerzo escolar, para niños y jóvenes de las comunidades vecinas a la central geotérmica de Berlín.

Durante las vacaciones escolares se imparten cursos de verano, en las disciplinas de natación, música, danza, manualidades, mecánica básica, futbol, ingles y mantenimiento de computadoras; todos orientados a contribuir con la formación de los niños y jóvenes.



Foto 11. Curso de manualidades



Foto 12. Becarios y alfabetización de adultos.

También poseen un programa de becas para estudiantes de bachillerato, son 25 becas y 5 becas para educación superior.



Foto 13. Clases de informática a niños de las comunidades vecinas. Berlín



Foto 14. Curso de mantenimiento de PC

INFRAESTRUCTURA SOCIAL BASICA

Se apoyan proyectos de introducción de agua potable, proyectos de electrificación, accesos a las comunidades, mejora de infraestructura en las escuelas y en salud.

Su método de trabajo es mediante convenios o cartas de entendimiento; así la empresa solo aporta un porcentaje del monto total de los proyectos, la municipalidad u otro organismo aportan el resto. El área de trabajo para estos proyectos se limita a las comunidades aledañas y el área urbana de Alegría, Berlín, y Mercedes Umaña.

Actualmente se tiene un convenio con el ministerio de educación para trabajar en el área de prevención de violencia.



Foto 15. Construcción de tanque de captación de agua, Ahuachapán.



Foto 16. Proyecto de electrificación comunitaria, Alegría-Berlín.



Foto 17. Infraestructura Comunitaria
Construcción de dispensario medico.



Foto 18. Infraestructura Comunitaria
Construcción de calles en Alegría-Berlín.

MEDIO AMBIENTE

Se trabaja con un programa de capacitación ambiental en las escuelas (actualmente trabajan con 15 escuelas) Dicho programa consiste en dar educación ambiental para el manejo de los desechos sólidos y con el material orgánico se elaboran composteras.

También existe un proyecto sobre huertos, donde se motiva a los centros escolares a elaborar estos huertos y utilizar el material orgánico del compostaje; de esa manera se educa a los estudiantes sobre los beneficios de las hortalizas, como se siembran y a la vez favorecer a la dieta alimenticia de los alumnos.

PROYECTOS PRODUCTIVOS

En esta línea de acción se trabaja directamente con agricultores, apoyándolos para que generen mayores ingresos en sus cosechas. Existe un programa de “recuperación de tierras” esto consiste en asignarle una parcela de 4 tareas a cada agricultor que solicite formar parte del programa, así se les facilita la tierra y ellos solo compran la semilla y el fertilizante. Otro de los proyectos que impulsan es el facilitar tierras para desarrollar viveros.

Una de los beneficios que brindan las plantas geotérmicas a las comunidades aledañas es el abastecimiento de agua proveniente de las torres de enfriamiento para el riego de granjas de hortalizas, granjas de cerdos o riego de áreas verdes.

Otro de los proyectos que se desarrollan es el manejo de fincas mediante las cuales se brinda trabajo y con las ganancias de las cosechas se genera un ingreso para la empresa.

Existen dos proyectos más que se impulsan, el deshidratado de frutas mediante el vapor geotérmico; y la crianza de tilapia. En el segundo mencionado, se aprovechan las piletas resultantes de las perforaciones y que posteriormente pueden ser utilizadas para la crianza de tilapia.

Imágenes de los proyectos productivos que desarrolla FUNDAGEO



Foto. 19 Crianza de tilapia



Foto 20. Deshidratado de frutas



Foto 21. Siembra de los agricultores en la zona de Berlín.



Foto 22. Siembra de los agricultores en la zona de Berlín.

2.5 PLANTAS GEOTERMICAS EN EL SALVADOR

En nuestro país LaGeo cuenta con dos plantas geotérmicas en funcionamiento, mediante las cuales se producen 205 MW de energía eléctrica, la cual ingresa al sistema eléctrico nacional.

El aprovechamiento de la energía geotérmica está constituido por tres procesos principales, estos son: la extracción del fluido geotérmico del reservorio, la separación y transporte de fluidos en superficie y la conversión de la energía geotérmica a energía eléctrica. El primero se realiza en el área que se conoce como Campo Geotérmico; el segundo se lleva a cabo una parte en el Campo y otras dentro del sitio que se denomina como la Planta Geotérmica; y el tercer proceso se realiza dentro de esta última.¹³

2.5.1 EL PROCESO DE EXTRACCION Y SUS COMPONENTES

El proceso consiste en la extracción de una mezcla bifásica y gases incondensables desde el reservorio, a altas temperaturas (160°C – 225°C) y con una presión de hasta 5-20 Kg/cm². Esto se realiza mediante perforaciones en determinados puntos de los campos geotérmicos, para ello se realizan estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos para determinar la ubicación y el área del reservorio. Para realizar dicho proceso se necesita una serie de componentes que a continuación describiremos.¹⁴

POZO GEOTERMICO

Es la estructura física que sirve para canalizar el fluido geotérmico desde del reservorio hasta la superficie. Se constituye por:

Parte externa (superficie), se instalan un conjunto de válvulas con el propósito de controlar en forma segura la extracción de fluidos.¹⁴

¹³ <http://www.lageo.com.sv/esa.html>

¹⁴ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.



Foto 23. Parte externa de un pozo geotérmico ubicado en la central de Ahuachapán.

Parte interna (sub suelo), está constituida por tuberías de acero al carbono de diferentes diámetros ancladas en la formación y revestidas con cemento de alta resistencia.

La estructura esta diseñada para soportar las condiciones de presión y temperatura del fluido geotérmico y de la formación rocosa

PLATAFORMAS

Es el área física donde se realizan las perforaciones geotérmicas, su dimensión es de 0.90x0.60m² cada una. Al contorno se construye un sistema de canalización de aguas lluvias para proteger el suelo. A un costado de la plataforma en la parte baja de la pendiente, se construyen estanques de 800 a 2000 m³ impermeabilizados con capas de arcilla o con suelo cemento y estructo-malla, estos con el fin de disponer de los líquidos vertidos durante la fase de perforación o prueba de pozos.



Foto 24. Vista de la plataforma con perforación de un pozo geotérmico.



Foto 25. Tanque de fluidos residuales

SEPARADOR CICLONICO

Está compuesto de un cilindro vertical cerrado con una capacidad de manejo de fluidos de 97.2m^3 en el interior del mismo se tiene instalado un tubo central con diámetros que varían entre 61-66 cm. El material de construcción del equipo es de acero al carbono.

El funcionamiento consiste en separar el vapor de la mezcla bifásica, que entra en forma tangencial por la parte media del equipo y por efecto centrífugo y diferencia de densidades, el vapor asciende e ingresa al tubo central por la parte superior y sale por la base hacia la línea de vapor.

El agua descende se aloja en la parte inferior del separador y sale por la parte media inferior hacia un tanque de menor tamaño y luego hacia la línea de acarreo de agua separada.¹⁵



Foto 26. Separador Ciclónico

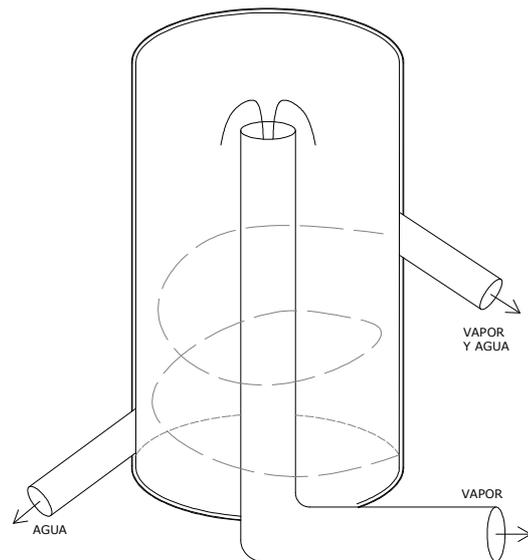


Imagen 3. Esquema de funcionamiento de un separador

En la imagen se muestra como el vapor sube e ingresa al ducto ubicado en el centro del separador, mientras que el agua que baja por las paredes sale por la parte inferior.

¹⁵ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.

SILENCIADOR ATMOSFERICO

Es un equipo auxiliar utilizado durante la ejecución de programas de monitoreo de la producción de un pozo o de limpieza de los mismos, para lo cual hay necesidad de abrir el pozo y descargar el fluido hacia la atmosfera, está diseñado para reducir el ruido de la descarga geotérmica.

La estructura está compuesta por dos cilindros metálicos o de concreto unidos y abiertos en su parte superior, con un diámetro externo de 1.83m y una altura de 4.80m, con paredes de espesor de 0.25m. La entrada del fluido se realiza de forma tangencial lo cual permite que la fase líquida se adhiera a las paredes por efecto de la fuerza centrífuga y baje por gravedad hacia un canal vertedor. El vapor por ser menos denso que el agua asciende por la parte superior del cilindro hacia la atmosfera.¹⁶

TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA SEPARADA

La fase líquida separada es transportada por un sistema de tuberías de acero al carbón, diseñados bajo norma ASTM para soportar elevadas condiciones de temperatura y presión. El diámetro es de 12 pulgadas y están revestidos con silicato de calcio y lámina galvanizada.

El agua residual proveniente del separador puede ser reinyectada a los pozos o transportada a los evaporadores (flasher). En la línea de acarreo de agua se instalan drenajes para evacuar el aire y agua fría residual.¹⁶

EVAPORADORES O FLASHER

Su nombre se debe al su principio de funcionamiento, el cual consiste en aprovechar las características termodinámicas del agua separada y provocar flasheo o evaporación en forma



Foto 27. Imagen de un flasher

¹⁶ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.

súbita, por la diferencia de presión del agua a la entrada del equipo y la presión de trabajo del mismo, el vapor producido se denomina de baja presión y corresponde a un 10% de la masa total del agua que ingresa. El agua resultante se deriva directamente a la línea de reinyección.

Los flasher están constituidos por cilindros metálicos de 145.2m³ de capacidad, colocados en posición horizontal e insulados con cubierta de fibra de vidrio con cemento refractario y lamina de aluminio.¹⁷

TUBERIAS DE CONDUCCION DE VAPOR

El vapor obtenido en el separador ciclónico, es transportado hacia los colectores ubicados dentro de las instalaciones de la planta geotérmica, por medio de tuberías de acero al carbono de 12 a 20 pulgadas de diámetro y revestidas con capas de silicato de calcio y lamina galvanizada.



Foto 28. Tubería de conducción de vapor

Aunque las tuberías están revestidas con aislamiento térmico, siempre ocurre cierto grado de enfriamiento que produce condensado, el cual debe drenarse para evitar daños en la turbina. Para evacuar el condensado se instalan trampas en la línea de vapor.



Foto 29. Sistema de colectores de vapor

COLECTORES DE VAPOR

Están diseñados para coleccionar el vapor proveniente de las líneas de acarreo de cada pozo. Son cilindros

horizontales cerrados de 2.70m de diámetro, 9.40 de largo y con capacidad de 53.8m³. El tipo de vapor que recibe se denomina de media presión (116kg/s a 5Kg/cm²) Existe otro tipo de colectores con dimensiones de 4.20m de diámetro y 9.60 de largo, con capacidad de 133m³. Estos reciben vapor de baja presión.

SILENCIADOR DEL COLECTOR DE VAPOR

Cada colector posee un silenciador, fabricado en acero al carbono, compuesto por un cilindro de 2.0m de diámetro y 5.0m de alto. Este equipo se utiliza para descargar y disipar el ruido provocado por el vapor geotérmico a la atmosfera, la cual podría darse por un desperfecto en la turbina y se necesite interrumpir el paso de vapor a la misma, y entonces se descarga al silenciador antes que entre a la turbina. El uso de estos equipos es eventual y únicamente en casos extraordinarios.¹⁷

SEPARADOR DE HUMEDAD

El fluido proveniente de los colectores se conduce por una tubería de acero al carbono de 36 pulgadas de diámetro a los separadores de humedad. La función de este equipo es de separar la humedad que aun se encuentra presente en el vapor para efecto que el vapor que entra a la turbina sea lo mas seco posible. El diseño de los separadores de humedad está conformado por cilindros horizontales cerrados, de un diámetro de 7.3m y un largo de 6.8m, con capacidad de flujo de 65.55Kg/s.¹⁷



Foto 30. Vista del separador de humedad en la central de Berlín

¹⁷ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.
LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.

2.5.2 CONVERSION DE LA ENERGIA

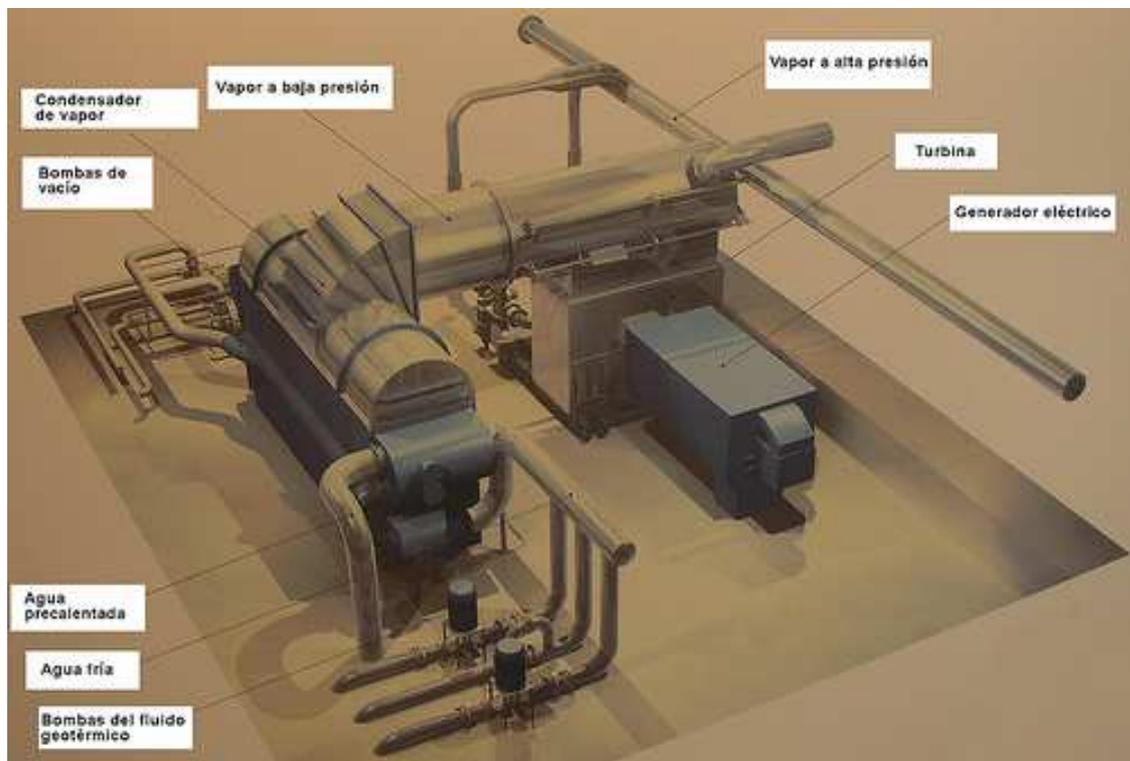
El proceso para convertir la energía geotérmica en energía eléctrica ocurre dentro de la planta y mediante el uso de equipos auxiliares como: eyectores, condensadores, turbinas, generadores, etc. A continuación se describirá cada uno de los elementos internos de una planta geotérmica y su funcionamiento.

UNIDAD GENERADORA

Las unidades generadoras o turbogeneradores de energía eléctrica están constituidos por turbinas y los generadores. La turbina no es más que una máquina térmica constituida por su eje central y ruedas de alabes que rotan por efecto de la presión del vapor y generando energía mecánica en el eje.

El generador es el equipo donde la energía mecánica producida en las turbinas es aprovechada dentro de un campo magnético y transformada en energía eléctrica.¹⁸

Imagen 4. Unidad generadora y sus componentes



¹⁸ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.

TRANSFORMADOR

Cada unidad posee un set de transformadores que son utilizados para el servicio propio de las unidades. Estos reducen el voltaje obtenido de los generadores de 13,800 a 4,160 voltios. Existen también los transformadores AT, que sirven para transformar el voltaje de 4,160 a 4,800 voltios, que es utilizado en las líneas de consumo propio.

Por ultimo se tienen los transformadores de maquina, que son utilizados para transformar el voltaje de salida de los generadores hacia el voltaje de la red nacional, es decir de 13,800 a 115,00 voltios.²²



Foto 31. Vista de un transformador en funcionamiento.

SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES EYECTORES

Los eyectores son cilindros cerrados de acero inoxidable. Colocados verticalmente y cuyo diámetro es de 0.80m y 2.85m de altura. Están diseñados para extraer los gases incondensables del condensador y descargarlos a la atmosfera. A la vez tienen la función de mejorar las condiciones de vacio para incrementar la eficiencia de la turbina.¹⁹

LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.
¹⁹ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.

CONDENSADOR

El vapor que sale de la turbina es derivado en un solo paso al condensador. En este equipo se realiza el cambio de fase de vapor a líquido, por efecto de enfriamiento al entrar el fluido en contacto directo con agua a 20°C, que se inyecta en forma de rocío a través de unas boquillas.²⁰

POZO DE ALMACENAMIENTO DE CONDENSADOS

El vapor condensado se deriva a un estanque de concreto llamado pozo de bombas, el cual tiene una profundidad de 14m y una base de 64m². Cada pozo posee dos bombas de agua de circulación.²⁰



Foto 32. Pozo de condensados

TORRE DE ENFRIAMIENTO

Las aguas de condensado provenientes del pozo de bombas a una temperatura de 40°C son conducidas a la torre de enfriamiento, en la cual el agua cae desde una altura de 17m hacia un sistema de cascada y a su vez es enfriada con ventiladores mecánicos; el agua alcanza una temperatura de 20°C y luego es enviada por gravedad de nuevo al condensador para repetir el ciclo.²⁰



Foto 33. Torres de enfriamiento en Ahuachapán.

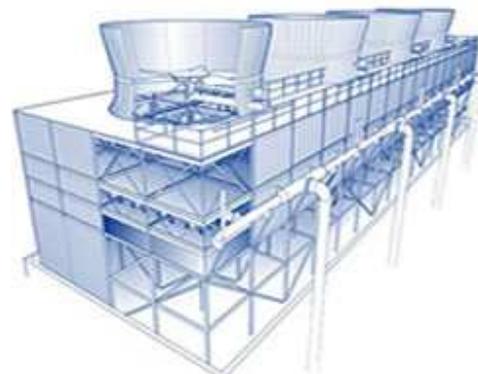


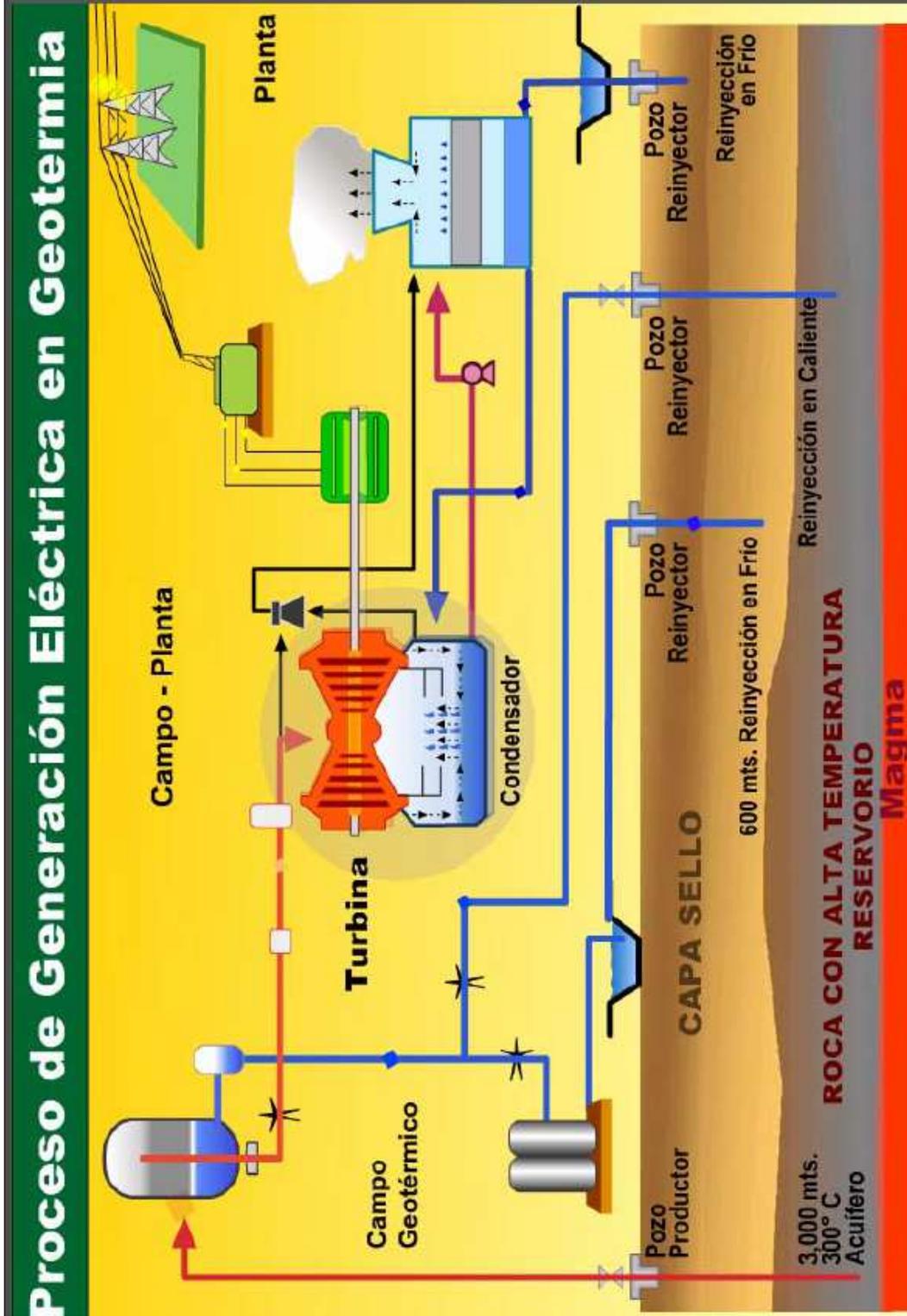
Imagen 5. Isométrico de una torre de enfriamiento.

²⁰ LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril 2000.

LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" San Salvador 2000.

2.5.3 PROCESO GENERAL DE FUNCIONAMIENTO

Imagen 6. Esquema del Funcionamiento de las Plantas Geotérmicas.



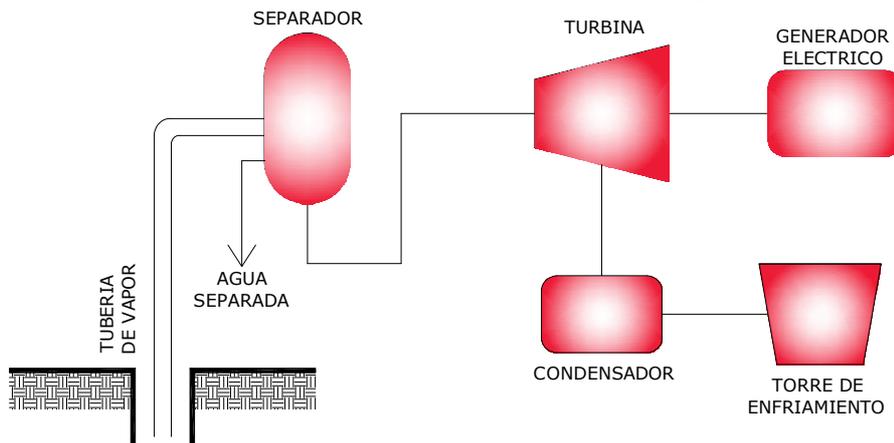
Fuente: Ana Silvia de Arevalo, Coordinadora ambiental, LaGeo S.A. de C.V. "Aspectos Ambientales del Desarrollo Geotérmico"

2.5.4 TIPOS DE PLANTAS

Existen dos tipos de plantas geotérmicas operando en nuestro país, las primeras unidades son a condensación y la última desarrollada es de ciclo binario.

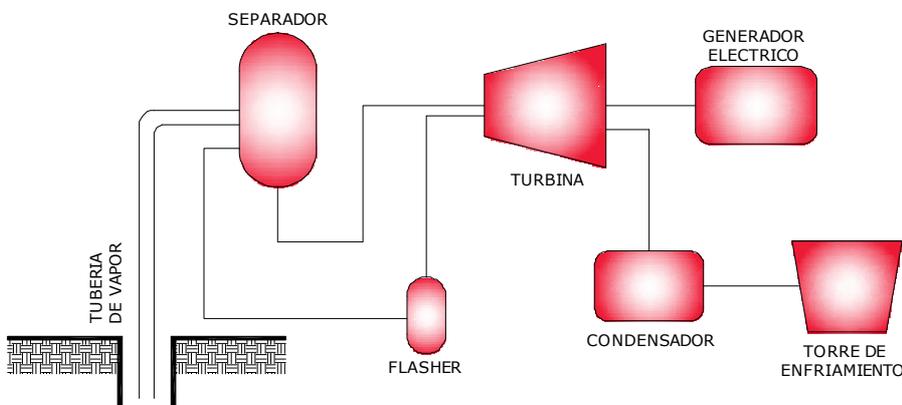
El proceso de funcionamiento de las plantas a condensación consiste en la extracción de una mezcla de agua-vapor proveniente del subsuelo, luego se separa el agua para ser reinyectada al reservorio en caliente; el vapor es transportado por tuberías hacia la central geotérmica donde hace rotar la turbina y luego pasa por el generador y se convierte en energía eléctrica. El vapor residual proveniente de la turbina es condensado y transportado hacia la torre de enfriamiento.

Imagen 7. Esquema simplificado del funcionamiento de la planta geotérmica a condensación



Fuente: LaGeo S.A. de C.V.

Imagen 8. Esquema de funcionamiento de la planta geotérmica a condensación con flasher



Fuente: LaGeo S.A. de C.V.

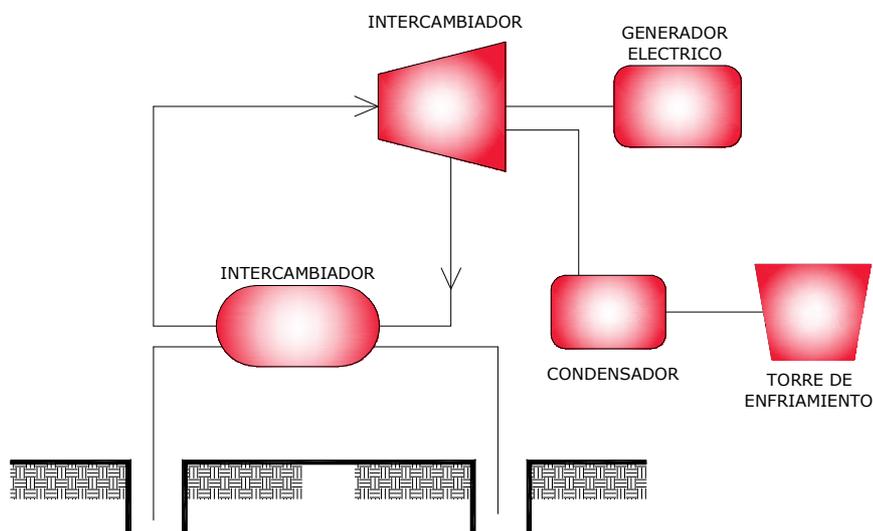
En el caso de las plantas de ciclo binario, esta basada en un intercambiador de calor en donde se efectúa la transferencia del calor del agua de reinyección hacia el fluido de trabajo. La salmuera pasa por el intercambiador de calor y evapora el fluido de trabajo, el cual es llevado hasta la turbina donde es expandido, convirtiéndose la energía térmica en mecánica. La turbina se encuentra acoplada a un generador, el cual produce la energía eléctrica.

En este caso se utiliza el gas isopentano como intercambiador de calor, es transportado por una tubería y junto a ella pasa la tubería de agua caliente residual, esta transfiere el calor sin llegar a juntarse.

La capacidad de generación del ciclo binario es menor que la generación a condensación, pero se aprovecha el calor residual y actualmente se obtienen 9.2MW de la unidad IV en la planta geotérmica de Berlín.

A diferencia de las plantas a condensación la turbina utilizada gira el doble de revoluciones por minuto.

Imagen 9. Modelo Conceptual del Ciclo Binario



Fuente: LaGeo S.A. de C.V.

2.5.5 INSTALACIONES EXISTENTES

El Salvador cuenta con dos centrales geotérmicas: la primera fue puesta en funcionamiento en el año 1975, en el departamento de Ahuachapán; Y la segunda comenzó a funcionar en 1999 en Berlín, Usulután.

CAMPO GEOTERMICO DE AHUACHAPAN

UBICACION.

La Central Geotérmica se encuentra ubicada a 103 kms. al occidente de la ciudad capital, en el sector norte de la cordillera de Apaneca, en el lugar conocido como Cantón Santa Rosa Acacalco del Municipio y Departamento de Ahuachapán, e incluye la zona que actualmente está en explotación y la zona de Chipilapa en donde se reinyecta el agua residual. Las elevaciones promedio del campo geotérmico oscilan entre los 700 a 950 msnm.²¹



Imagen 10.
Departamento de Ahuachapán

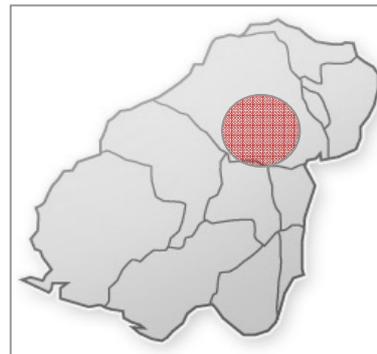


Imagen 11. Municipio de Ahuachapán, Cantón Santa Rosa Acacalco

HISTORIA.

La investigación del potencial geotérmico en la zona de Ahuachapán inició en 1960, tras años de estudios y con la perforación de los primeros pozos, se llevó a la conclusión que era factible la construcción de la primera planta geotérmica en el país, y fue así que, en 1975 se puso en funcionamiento la primera unidad generadora con una capacidad de 30 MW.

²¹ <http://www.lageo.com.sv/esa.html>

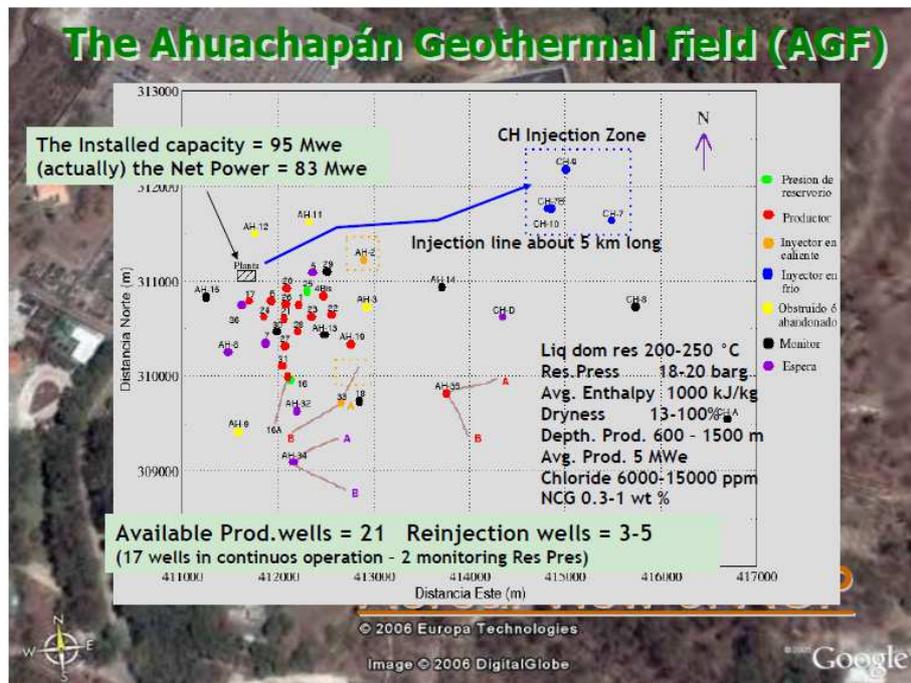
El primer pozo perforado fue el AH-1 en 1968 con una profundidad de 1.195 metros, y debido a su enorme potencial, se realizó una masiva campaña de perforación durante la década de 1970 con un total de 29 pozos; posteriormente en la década de los 80' siguieron las perforaciones en áreas de Chipilapa. De los pozos perforados en aquella época algunos fueron abandonados por carecer de potencial y otros se mantienen como pozos de exploración.²²

En total se han perforado 50 pozos aunque solo algunos están conectados a la planta geotérmica.

DESCRIPCION.

En el campo geotérmico se han perforado mas de 56 pozos, pero no todos están en funcionamiento, actualmente se cuenta con 17 pozos productores, de 3-5 reinyectores y 2 de monitoreo. Las profundidades de dichos pozos oscilan entre los 600 y 1500m. También se han construido 40 plataformas en un área de 4Km².

Imagen 12. Distribución de pozos en el campo geotérmico de Ahuachapán.



²² LaGeo S.A. de C.V. Rodríguez y Monterrosa "Development at Ahuachapán and Berlín" Diciembre de 2007

Posee 3 unidades generadoras de energía eléctrica, la primera con una capacidad de 30 KW que inició sus funciones en 1975, la segunda unidad con capacidad de 30 MW comenzó a funcionar en 1976; y la tercera unidad con capacidad de 35MW entro en funcionamiento en 1981. Con ello la capacidad total instalada en el campo hasta el día de hoy es de 95KW.

Para cada unidad existe un transformador denominados UT1, UT2, y UT3; también posee una torre de enfriamiento por unidad.

La central geotérmica de Ahuachapán posee un esquema de funcionamiento con evaporador flasher como se mostro en la imagen 8



Foto 34. Vista aérea de las instalaciones en Ahuachapán.

Además de los componentes de la planta (Transformador, condensador, eyectores, pozo de bombas, torre de enfriamiento), se cuenta con instalaciones complementarias como: Almacén, Oficinas, taller mecánico, taller eléctrico, sub estación y zona recreativa.

CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN

UBICACION.

La Central Geotérmica de Berlín se ubica a 112 kms. al este de San Salvador, en el lugar conocido como Cantón Montañita del municipio de Alegría y departamento de Usulután, tiene una extensión de 42 km², incluye la actual zona de explotación y reinyección. La zona sur tiene la posibilidad de ampliar la zona de producción y se está trabajando en su desarrollo.



Imagen 13
Departamento de Usulután

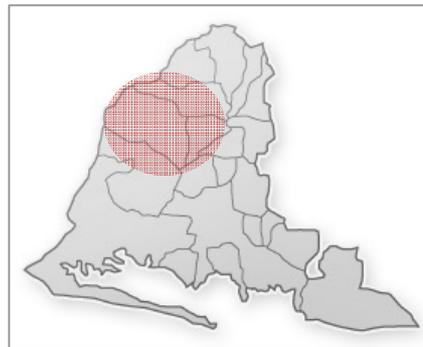


Imagen 14
Municipio de Berlín

Historia

La exploración en el campo de Berlín inició en 1965, con la perforación del pozo TR1 a una profundidad de 1500m, pero al obtener baja presión de vapor, se concentraron los esfuerzos en el campo de Ahuachapán. Durante el periodo de 1975 a 1981 se perforaron 4 pozos más en la zona de Berlín (TR2, TR3, TR4, TR5) Pero el desarrollo de la zona se detuvo a causa de la guerra civil que afectó desde 1980 a 1992.

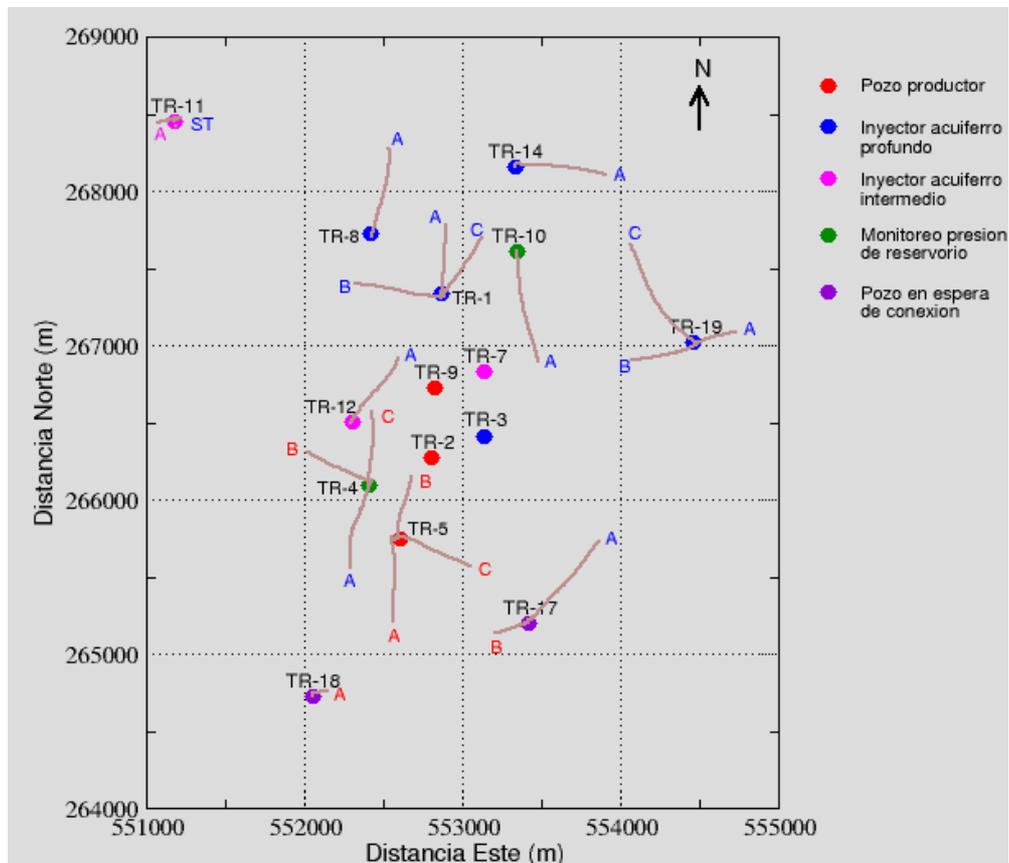
En 1992 se retomaron las exploraciones en el campo geotérmico con la instalación de 2 unidades boca pozo que generaban 10MW. Pero en 1999 se pone en funcionamiento la planta geotérmica de Berlín con una capacidad de 66MW.

DESCRIPCION.

El campo geotérmico actualmente se tienen 39 pozos, de los cuales 14 son productores, 19 reinyectores y 6 fueron abandonados.²³

La dimensión del reservorio en la zona es entre 10 a 13 Km y el potencial en el área es tanto, que ya se prevé la construcción de una nueva unidad generadora (Unidad V).

Imagen 15. Distribución de Pozos en Campo Geotérmico de Berlín



Fuente: Rodríguez y Monterrosa. Reporte 2007

La capacidad instalada es de 104MW, cuenta con 4 unidades generadoras, la primera y segunda con una capacidad de 28MW cada una, la tercera con capacidad de 44MW y la cuarta de ciclo binario genera 9.2MW.

El esquema de funcionamiento en Berlín es como se mostró en la imagen 7.

²³ LaGeo S.A. de C.V. Rodríguez y Monterrosa. "Development at Ahuachapán and Berlin" Report 2007

GLOSARIO

Acido bórico:

También conocido como ácido trioxobórico (III) es un compuesto químico, ligeramente ácido. Es usado como antiséptico, insecticida, retardante de la llama y precursor de otros compuestos químicos. Es usado también como agente tampón para regulación del pH.²⁴

Ausoles: Fuente Termal.²⁵

Biomasa:

Es la materia orgánica no fosilizada, de origen vegetal o animal, producida durante un proceso biológico, espontaneo o provocado la cual puede usarse como fuente de energía.

f. *Biol.* Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Cámara magmática:

Es un gran repositorio subterráneo de roca fundida, llamada magma. Dentro de la cámara, el magma se encuentra a gran presión, y con el tiempo puede llegar a fracturar la roca que lo envuelve.

Ciclo binario:

Es un sistema por medio del cual se transfiere calor desde un fluido de mayor temperatura a otro de menor temperatura, con el fin de evaporarlo y generar electricidad mediante el uso de un sistema turbina-generator.²⁶

Compostera:

La composta es el proceso de la descomposición de Los desperdicios orgánicos en el cual, la materia vegetal y animal se transforman en abono.²⁷

Conductividad térmica:

Es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor

Corteza Terrestre:

La corteza terrestre es la capa rocosa externa de la Tierra. Es comparativamente fina, con un espesor que varía de 7 km

²⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Ácido_Bórico

²⁵ Plan Especial de Protección del Medio Físico y Natural y Catálogo de Espacios Naturales / [http://vmvdu.mop.gob.sv/website/documentos/Nacional/Textos/Áreas Naturales/AUSOLES DE AHUACHAPÁN_TXT.pdf](http://vmvdu.mop.gob.sv/website/documentos/Nacional/Textos/Áreas_Naturales/AUSOLES_DE_AHUACHAPÁN_TXT.pdf)

²⁶ <http://www.lageo.com.sv/proyecto03.php> ,Proyecto Ciclo Binario Por: *Juan Pérez Flores*

²⁷ Conservación de los Ecosistemas Costeros Críticos, Programa de Manejo Integrado de Recursos Costeros, 2001 Mexico.

Desarrollo sostenible:

Es el desarrollo que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

Emisión Gaseosa:

Son descargas de gases hacia el exterior, que podrán ser ó no contaminantes.

Endógenos:

adj. Que se origina o nace en el interior, como la célula que se forma dentro de otra.

Energía Eólica:

Es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

Energía Geotérmica:

La energía calorífica que la tierra transmite desde sus capas internas hacia la parte más externa de la corteza terrestre.²⁸

Energía Hidroeléctrica:

Es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías Cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua o mareas.²⁹

Energía Renovable:

Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.³⁰

Erosión:

f. Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.

Evaporador instantáneo (flasher) :

Está formado por un tanque de evaporación instantánea, bomba de alimentación de materiales de hermeticidad doble, condensador, bomba de agua condensada, bomba de vacío y control eléctrico, en el cual lo que logra una alta eficacia de evaporación y aumenta el secamiento de líquidos.³¹

Factibilidad: f. Cualidad o condición de factible.

²⁸ La energía geotérmica , El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Ministerio de Industria de España .

²⁹ http://cinetica.biz/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=10&Itemid=12

³⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_renovable

³¹ http://www.sterilizer.es/3_flash_evaporation_1.html

Fumarola: (Del it. *fumarola*).

1. f. Emisión de gases y vapores procedentes de un conducto volcánico o de un flujo de lava.
2. f. Grieta de la tierra por donde salen gases sulfurosos o vapores de agua cargados de algunas otras sustancias.

Geotermia:

Conjunto de los fenómenos térmicos internos del globo terrestre.

Impacto Ambiental:

El efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos.

Isopentano:

Gas comprimido, inflamable, asfixiante simple.³²

Salmuera:

Es agua con una alta concentración de sal disuelta (NaCl)

Magma:

m. *Geol.* Masa ígnea en fusión existente en el interior de la Tierra, que se consolida por enfriamiento.

Magnesio:

Metal muy abundante en la corteza terrestre, se encuentra en la magnesita, el talco, la serpentina y, en forma de cloruro, en el agua de mar, y entra en la composición de sustancias importantes en los vegetales, como las clorofilas. Maleable y poco tenaz, arde con luz clara y brillante y se usa en metalurgia, en pirotecnia, en medicina, en la fabricación de acumuladores eléctricos y, aleados con aluminio, en la industria aeronáutica y la automoción. (Símb. *Mg*).

Manantiales: m. Nacimiento de las aguas.

Manto acuífero:

Toda formación o estructura geológica de rocas, gravas o arenas situadas encima de una capa impermeable, que por porosidad y permeabilidad natural posee la capacidad de almacenar agua que circula en su interior. Este flujo que se realiza entre los poros y oquedades que se intercomunican, y que es de velocidad variable, obedece a las características específicas de permeabilidad de cada tipo de formación.³³

³² Hoja de Seguridad del Material (MSDS), Fabricante: Grupo Linde Gas Argentina S.A

³³ Carlos Cuevas I., *Hidrología*, México, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura IPN, 1972.

Megavatio:

m. *Electr.* Medida de potencia eléctrica que equivale a un millón (10^6) de vatios. (Símb. *MW*).

Mezcla Bifásica:

Se conoce como mezcla a la combinación de dos o más sustancias, sin que se produzca como consecuencia de esta una reacción química y las sustancias participantes de la mencionada mezcla conservarán sus propiedades e identidad.³⁴

Perforación:

Son *perforaciones* en la corteza terrestre, que comunican el reservorio con la superficie, mediante el cual se extrae un fluido geotérmico.

Permeabilidad:

Es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna.

Pozo Direccional:

Cuando es necesario alcanzar un objetivo específico del subsuelo que no es accesible a través de las prácticas convencionales de perforación vertical, se utiliza una ruta o dirección, orientando ángulos.

Reinyección:

tr. Introducir a presión un gas, un líquido o una masa fluida, en el interior de un cuerpo o de una cavidad.³⁵

Silicato: m. *Quím.* Sal del ácido silícico.

Yacimientos:

m. *Geol.* Sitio donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil.

³⁴ <http://www.definicionabc.com/general/mezcla.php>

³⁵ <http://www.wordreference.com/definicion/inyectar>

CAPITULO 3. ANALISIS URBANO- ARQUITECTONICO

3.1 CASOS ANÁLOGOS CENTRALES GEOTÉRMICAS EN ISLANDIA

Antes de analizar las centrales geotérmicas en El Salvador, investigaremos las existentes fuera del país, específicamente las de Islandia, con el fin de comparar e interpretar su diseño arquitectónico y sus características particulares.

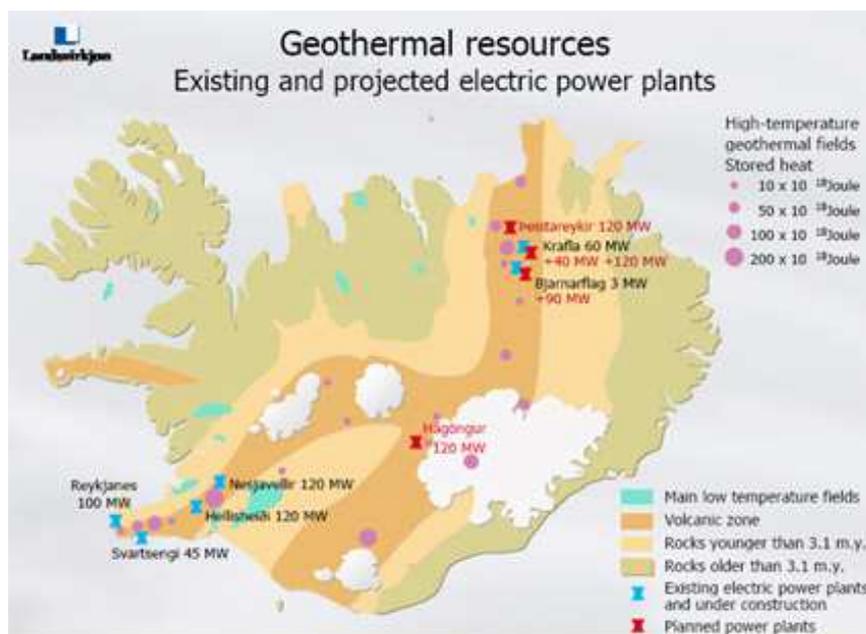
Islandia por su cadena volcánica activa cuenta con diversos campos geotérmicos, de alta y baja temperatura. Con ello no solo se abastece de energía geotérmica, sino también posee un sistema de calefacción de agua para las viviendas.

Los casos análogos que estudiaremos corresponden a cuatro plantas geotérmicas (Ver ubicación en mapa):

- Central Geotérmica de Nesjavellir
- Central Geotérmica de Hellisheidi
- Central Geotérmica de Kalina
- Central Geotérmica de Reykjanes

Su análisis se realizará mediante fotografías e información bibliográfica, para recopilar y unificar la información se presentará mediante una ficha de análisis que muestre los datos relevantes y su descripción.

Imagen 16. Mapa de Islandia
Ubicación de Plantas Geotérmicas Existentes



Fuente: <http://www.evworld.com>

CENTRAL GEOTERMICA DE NESJAVELLIR



CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOGRAFICA
<p>TOPOGRAFIA La mayor parte del territorio es meseta con algunos picos montañosos, glaciares, volcanes, géiseres y costas accidentadas.</p> <p>CLIMA Durante el invierno sólo recibe cuatro horas de luz solar y durante el verano las noches son tan claras como el día. Reikiavik tiene una temperatura media anual de 5°C, siendo la temperatura promedio en enero de -0,4 °C y en julio 11,2 °C</p> <p>VEGETACION En general la vegetación en Islandia es de naturaleza sub ártica y se distingue por la abundancia de hierbas. Pero en todo el país y especialmente en las planicies inhabitadas hay grandes extensiones de roca desnuda, desiertos pedregosos, páramos arenosos, y campos de lava.</p>	<p>INICIO DE EXPLORACIONES 1947</p> <p>CAPACIDAD INSTALADA 120 MW</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCION 1987</p>	<p>PAIS: ISLANDIA Se ubica a 40 Kms. De Reyjavik, capital de Islandia, en la región de Hengill.</p>
DISEÑO FORMAL		
<p>COLOR: Se utilizó el blanco en su mayoría, con líneas verticales en color gris. La utilización de colores neutros crea un contraste con el entorno de las montañas verdes. Al interior se puede observar los colores metálicos en la cubierta, la maquinaria y tuberías; la estructura de vigas resalta en color azul; los barandales rojos y las paredes blancas.</p> <p>MATERIALES: Utilización del vidrio que brinda iluminación natural. Estructura metálica vista en vigas y columnas.</p> <p>ACABADO: Textura vista.</p> <p>TEXTURAS: Lamina corrugada en paredes al interior, pasillos en plataforma de maquinas con superficie metálica corrugada. Al exterior calles asfaltadas, áreas con recubrimiento de roca volcánica.</p>		

Fuente: <http://www.or.is/English/Projects/NesjavellirGeothermalPlant/>

IMÁGENES ANEXAS



FACHADA POSTERIOR



FACHADA PRINCIPAL



VISTA INTERIOR



VISTA DEL AREA DE MAQUINAS



CONDENSADOR Y TURBINA



VISTA DE LA TURBINA

CENTRAL GEOTERMICA DE REYKJANES



CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOGRAFICA
<p>TOPOGRAFIA La península se caracteriza por la actividad volcánica en la superficie, y los grandes campos de lava, lo que permite poca vegetación. Existen numerosas fuentes termales y manantiales de azufre en la mitad sur de la península.</p> <p>CLIMA El clima en Islandia es frío con temperaturas de hasta 0°, en invierno la zona se cubre de nieve.</p> <p>VEGETACION Es una zona de piedra volcánica e infértil por lo que carece de vegetación</p>	<p>INICIO DE EXPLORACIONES 1950 primeras exploraciones 1998 inicio de perforaciones</p> <p>CAPACIDAD INSTALADA 100 MW</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCION 2006</p>	<p>PAIS: ISLANDIA Se ubica en la península de Reykjanes, al suroeste de Islandia, a 55 Kms. de Reyjavik.</p>
DISEÑO FORMAL		
	<p>COLOR: Uso de color gris metálico del material visto en todo el exterior e interior; vigas y columnas en color azul al interior.</p> <p>MATERIALES: Vidrio en grandes superficies que brinda iluminación natural, y en acceso principal. Estructura metálica como soporte del edificio. Paneles de recubrimiento metálico en todo su exterior. Circulación vehicular y estacionamiento asfaltado; el resto del exterior se preserva en su estado natural con rocas.</p>	

IMÁGENES ANEXAS



VISTA EXTERIOR



VISTA EXTERIOR EN INVIERNO



ACCESO



CONDENSADOR Y TURBINA



ESTACIONAMIENTO Y ENOTRNO



PAREDES AL INTERIOR

CENTRAL GEOTERMICA DE HELLISHEIÐI



CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOGRAFICA
<p>TOPOGRAFIA Se ubica en una planicie que se rodea de la cadena montañosa de Hengill.</p> <p>CLIMA El hielo y la convergencia de vapor en Hellisheidi, Islandia, brinda un paisaje blanco sobre blanco. A pesar de su nombre y su proximidad al Circulo Polar ártico, el país disfruta de un clima relativamente templado moderado porque pasa una corriente del Golfo</p> <p>VEGETACION</p>	<p>INICIO DE EXPLORACIONES 1985 primer pozo exploratorio 2001 y 2002 nuevos indicios de potencial</p> <p>CAPACIDAD INSTALADA 213 MW</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCION Desarrollada en fases desde 2006 hasta 2010</p>	<p>PAIS: ISLANDIA Se ubica al suroeste de Islandia, a 11 Kms. de la central geotérmica de Nejavellir y al pie del volcán Hengill. Esta a 20 millas de Reyjavik</p>
DISEÑO FORMAL		
<p>COLOR: Se utilizaron colores sobrios como gris oscuro en paredes exteriores y gris metálico en estructura; al interior se tienen paredes blancas y materiales vistos.</p> <p>MATERIALES: Vidrio en fachada principal y al interior para recorrido de visitantes, tipo vitrina hacia el área de maquinas. Madera en pisos al interior, acero en estructura de soporte; Cielos rasos metálicos, barandales. Al exterior calles de asfalto para circulación vehicular y estacionamiento; baldosas de concreto en circulación peatonal.</p>		

Fuente: <http://www.or.is/English/Projects/HellisheidiGeothermalPlant/>

IMÁGENES ANEXAS



ACCESO PRINCIPAL



VISTA DE PARED AL EXTERIOR



VISTA INTERIOR DE RECEPCION



VISTA PANORAMICA DESDE EL INTERIOR



ESTACIONAMIENTO



DETALLE DE PARED DE VIDRIO

CENTRAL GEOTERMICA DE KALINA



CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	UBICACIÓN GEOGRAFICA
<p>TOPOGRAFIA El campo geotérmico Hveravellir se encuentra a una altura de 150 a 160 m snm en un valle poco profundo en Reykjahverfi. El valle es asimétrico, al oriente comprende el monte Reykjafjall.</p> <p>CLIMA Al igual que en toda Islandia el clima es templado e impredecible, se tienen grandes nevadas, lluvia y en verano pueden haber días de sol con temperatura de hasta 12° y en días fríos pueden haber temperaturas de -0°</p> <p>VEGETACION Se observa vegetación baja, con áreas engramadas, sin árboles que permite la vista a la península.</p>	<p>INICIO DE EXPLORACIONES 1970 -1990</p> <p>CAPACIDAD INSTALADA 2 MW</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCION 1999</p>	<p>PAIS: ISLANDIA Se ubica en la costa norte de Islandia 20Kms. al sur del pueblo de Husavik. En el campo geotérmico de Hveravellir</p>
DISEÑO FORMAL		
	<p>COLOR: La paleta de colores utilizada en esta planta es similar al resto en Islandia, implementan color blanco y gris en paredes, materiales vistos, color rojo y gris metálico en estructura de soporte.</p> <p>MATERIALES: Vidrio en elemento incrustado sobre la cubierta que proporciona la iluminación natural al interior; también se utiliza vidrio al interior en cabina de monitoreo y puertas. Estructura metálica en vigas y columnas; paneles de recubrimiento en paredes.</p>	

Fuente: <http://www.mannvit.com>
<http://www.viajesislandia.com>

IMÁGENES ANEXAS



VISTA EXTERIOR Y SU ENTORNO



VISTA HACIA LA PENINSULA



CABINA DE MOTINOREO



INTERIOR DE LA PLANTA



TUBERIAS AL INTERIOR



VISTA DE MAQUINARIA

3.1.2 INTERPRETACION DE LOS DATOS

Los aspectos evaluados además del diseño, son el clima, la vegetación, y la topografía; pues son factores a considerar y que afectan al diseño

Islandia es un país de clima frío, cuyos inviernos soportan fuertes nevadas y pocas horas de sol, por ello consideran materiales que preserven el calor al interior de los edificios, superficies vidriadas que capten la horas de luz solar, y no pueden dejar elementos a la intemperie por el deterioro en la nieve.

La topografía en los campos geotérmicos es favorable, pues a pesar de su cadena montañosa gozan de extensas planicies donde han construido sin necesidad de mayores obras de terracería.

La vegetación es escasa y en su mayoría es baja, no se requiere remover árboles para la construcción de las plantas geotérmicas, como en el caso de El Salvador donde se hizo necesario la tala de árboles, grandes obras de terracería, así como creación de caminos para acceder a la zona. En nuestro país estas condicionantes han delimitado las áreas de construcción e influido en la distribución de los espacios complementarios.

En cuanto al diseño de las plantas en Islandia se puede observar la utilización de materiales diversos en algunas centrales como: Hellisheidi, Reykjanes y Kalina; esto también atiende al año de construcción; sin embargo sus edificaciones no mantienen un tipología propia, no existe unidad entre ellas y tampoco se refleja un concepto de diseño propio que represente la arquitectura geotérmica en ese país.

Podemos destacar que las centrales al ser mas recientes han sido diseñadas con un enfoque hacia el turismo; en Islandia las centrales geotérmicas son puntos de atracción y las agencias turísticas incluyen los recorridos por las plantas geotérmicas como parte del tour.

Ejemplo de ello es la central de Hellisheidi que forma parte de “El Circulo de Oro” un recorrido turístico en el sur de Islandia, dicha planta cuentan con accesibilidad por carretera, estacionamiento para visitantes, recorridos definidos para el publico con guías capacitados y espacio vestibular que sirve de sala de proyecciones.

3.2 ANALISIS DE LAS CENTRALES GEOTERMICAS DE EL SALVADOR

En El Salvador existen dos plantas geotérmicas una en Ahuachapán y otra en Berlín (Ver imagen 16), de las cuales analizaremos en una de ellas los aspectos del entorno que condicionan el diseño, su distribución espacial e integración con el medio natural.

Para ello se ha optado por la Central Geotérmica de Berlín, por ser la más reciente y extensa (42Km²)



Imagen 17. Mapa de ubicación de las centrales geotérmicas en El Salvador

3.2.1 UBICACION Y ACCESIBILIDAD

Se ubica en el Cantón la Montañita, municipio de Alegría, departamento de Usulután. Su acceso es a través de la carretera pavimentada que conecta Mercedes Umaña-Berlín-Alegría (Foto 32); a 2km desde Mercedes Umaña se encuentra el desvío hacia la Central mediante una calle asfaltada. (Ver mapa 3)



Foto 34. Carretera hacia Berlín, desvió que conduce a LaGeo.



Foto 35. Acceso a la Central Geotérmica de Berlín.

3.2.2 TOPOGRAFÍA

Posee una topografía accidentada, suelos arcillosos y cultivos de café en los alrededores. Su principal orografía es comprendida por Cerro El Pelón, El Pinal, Las Palmas y el Volcán de Tecapa.³⁶ Las Instalaciones del plantel se ubican a una elevación de 645 msnm. Pero el campo geotérmico posee una extensión de 42Km², y sus distintos pozos productores se encuentran en la parte alta del campo, mientras que sus pozos reinyectores se encuentran en la parte baja.

A causa de la topografía en la zona fue necesario realizar grandes obras de terracería, obras de mitigación para salvaguardar las estructuras y tuberías de acarreo, crear caminos de acceso hacia las instalaciones y hacia sus diversas plataformas.



Foto 36. Tubería de acarreo que baja de los pozos productores en la parte alta, debido a la topografía se hace necesario obras de mitigación que eviten derrumbes y daños a la estructura. Para conducir estas tuberías por sobre las montañas se necesitan estructuras de soporte que pasan sobre las calles y caminos vecinales.

³⁶ SNET “Perfil Climatológico estación Santiago de María”

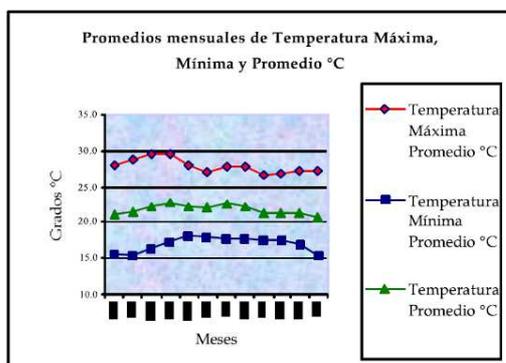


Foto 37. Vista de la topografía accidentada donde se emplaza la Central Geotérmica de Berlín.

3.2.3 CLIMA

El clima en la región es catalogado según Koppen Sapper y Laurer como “sabana tropical calurosa o tierra templada” y según la regionalización climática de Holdridge se clasifica como “bosque húmedo subtropical” ¹ (Ver mapa 3)

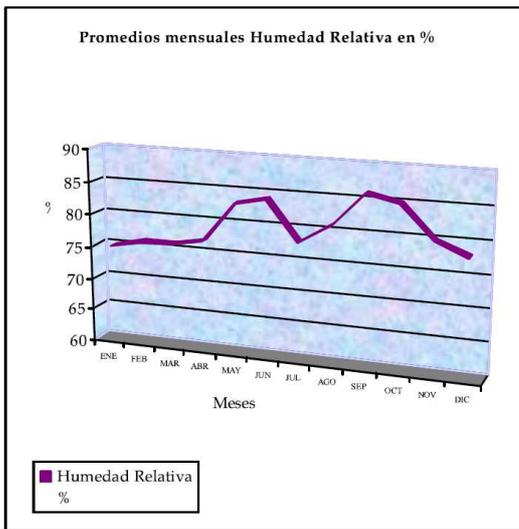
El rumbo de los vientos es predominante del norte en todo el año, durante la noche se desarrolla el sistema local nocturno del viento con rumbo desde las montañas. La temperatura maxima alcanza los 39°C mientras que la minima llega a 15°C. Su temperatura anual promedio es menos de 24°C ¹



Fuente: SNET

Grafico 4. Temperatura Promedio

Muestra la temperatura anual promedio en la región. Por la zona climática donde se ubican las instalaciones y al estar rodeado de boques y cafetales, gozan de un clima fresco la mayor parte del tiempo.



Fuente: SNET

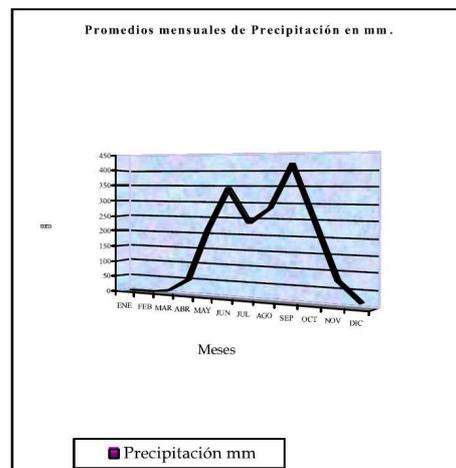
Grafico 5. Humedad Relativa

Humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor de agua contenido en el aire; el vapor que se encuentra en la atmósfera procede de la evaporación del agua de los océanos, de los ríos y lagos y de los suelos húmedos.

El porcentaje máximo de humedad en la región es de 85% entre el mes de septiembre y agosto, esto quiere decir que el aire contiene un 85% del vapor de agua.²

Grafico 6. Precipitación Pluvial

La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra.³ Ocurre cuando la atmósfera se satura con el vapor de agua. Quiere decir que la humedad esta relacionada con la precipitación y a mayor humedad en el aire mayor es la precipitación. Por esta razón la precipitación es mayor en los meses de septiembre y agosto (300-400 mm), cuando la humedad en el aire es de 85%



Fuente: SNET

³⁷ <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.htm>

³⁸ <http://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>

3.2.4 VEGETACIÓN

La vegetación en la zona es abundante y variada, la flora constituye un bosque húmedo subtropical; entre las especies vegetales identificadas durante visita de campo tenemos: Madre cacao, eucalipto, guarumo, conacaste, maquilishuat, aceituno, capulín e izote. También encontramos diversidad de árboles frutales como mango, marañón y huertas. Así mismo cuenta con una variedad de plantas ornamentales que debido al clima se pueden desarrollar óptimamente por lo que se han plantado en zonas verdes como: como bejucos, ginger, setos, rosa, jazmín, azucena, orquídeas, etc.

Son los árboles del entorno que brindan un clima fresco y agradable, mientras que las flores contribuyen al paisaje, mismo que gozan los pobladores, empleados de la planta y turistas que la visitan.



Foto 38. Vegetación ornamental en los senderos



Foto 39. Flores exóticas sembradas en los caminos



Foto 40. Flores que han sido plantadas en áreas verdes



Foto 41. Diversidad de flores que se cultivan en la región

Hay una gran diversidad de flores y plantas ornamentales que se observan en la zona, mismas que son comercializadas en los pueblos de Alegría y Berlín.

Aunque en algunas zonas verdes la vegetación no es propia del lugar pero ha sido plantada con fines decorativos como: palmeras, tuya, araucaria, crotos, y algunas flores exóticas.



Foto 42. Frondosos árboles de conacaste que se encuentran al recorrer los caminos internos



Foto 43. Vista panorámica de la central donde se aprecia la exuberante vegetación que la rodea

La fauna que se encuentra en el campo geotérmico también es diversa, pero destacan algunas especies como mono araña, cocodrilos, mapaches, venados; estos forman parte de un programa de Georesguardo de animales implementado por LaGeo en su compromiso con el medio ambiente. Entre otros de la zona tenemos: culebras, ardillas, guatuzas, etc.

Durante una caminata por los senderos también se puede apreciar el sonido de las aves que habitan en los árboles de los alrededores.



Foto 44. Jaula de cocodrilos que se encuentra dentro del campo geotérmico.

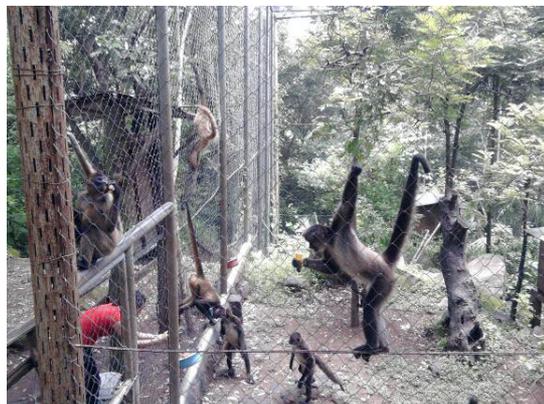


Foto 45. Jaula de monos araña dentro del campo geotérmico

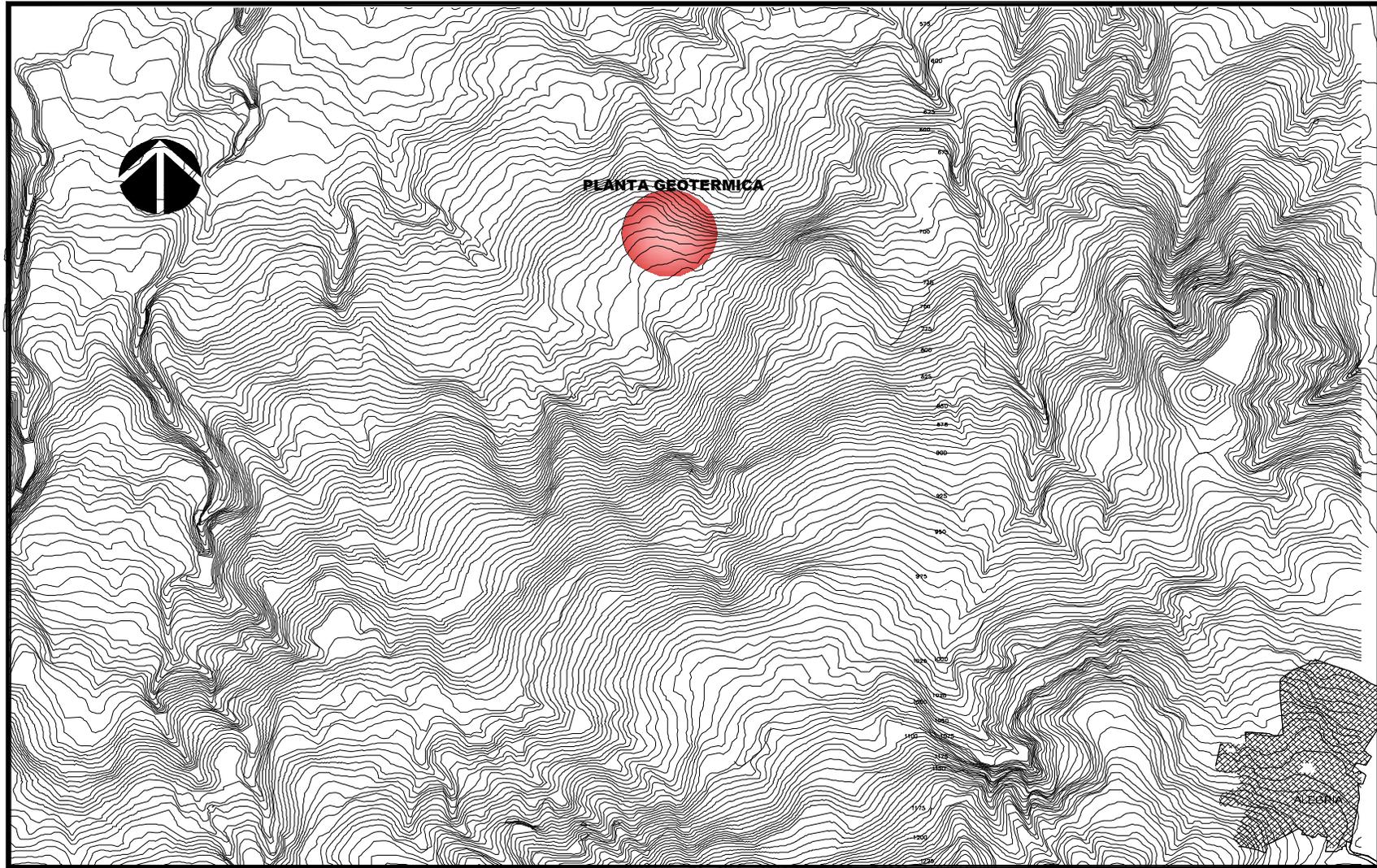
MAPAS ANEXOS

A continuación se presentan algunos mapas de ubicación, topografía, y clima, aspectos evaluados anteriormente.

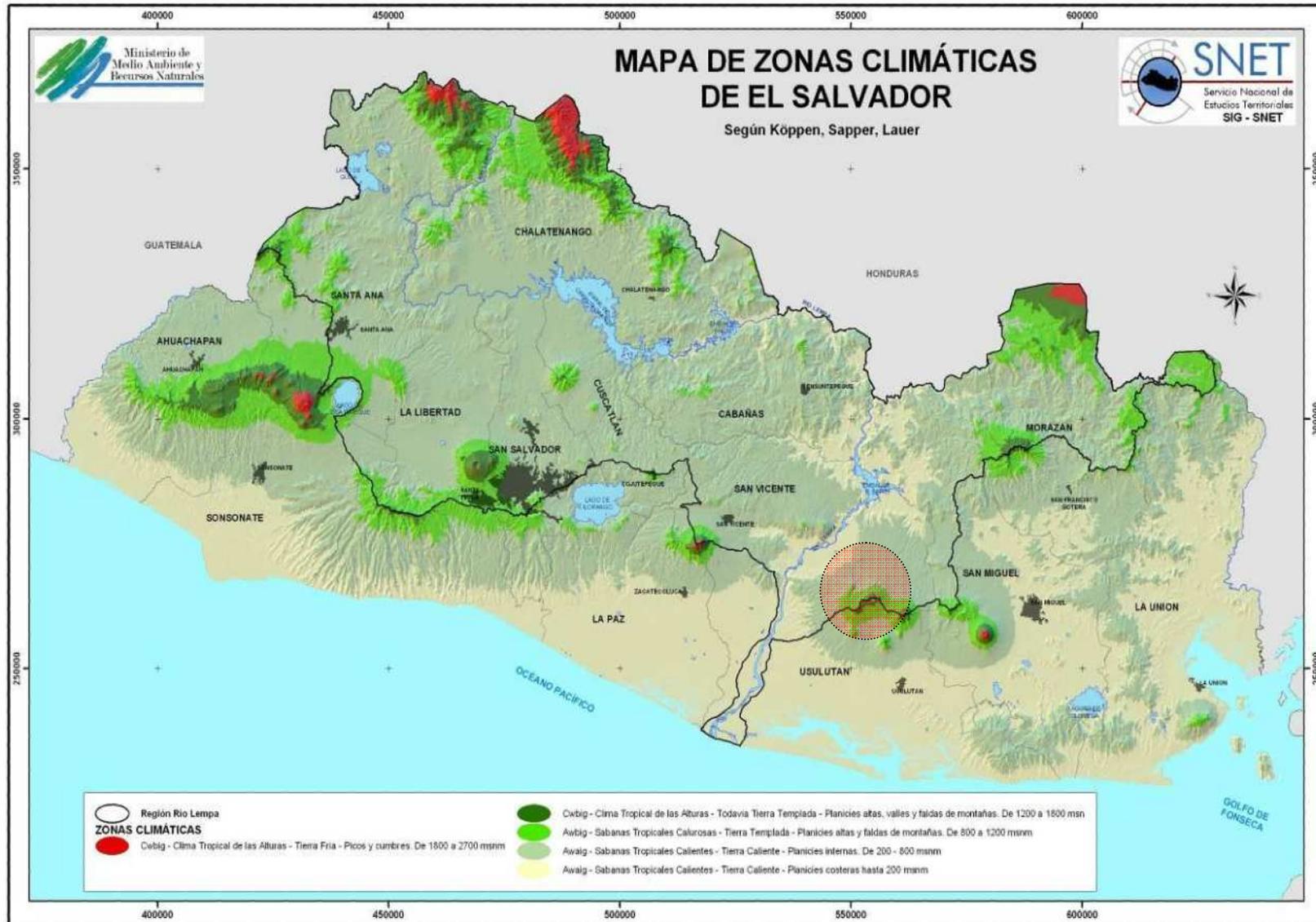
MAPA 3. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD CENTRAL GEOTERMICA DE BERLIN



MAPA 4. TOPOGRAFIA
REGION DE BERLIN-ALEGRIA DONDE SE UBICA LA CENTRAL GEOTERMICA



MAPA 5. ZONAS CLIMATICAS



3.2.5 ZONIFICACIÓN

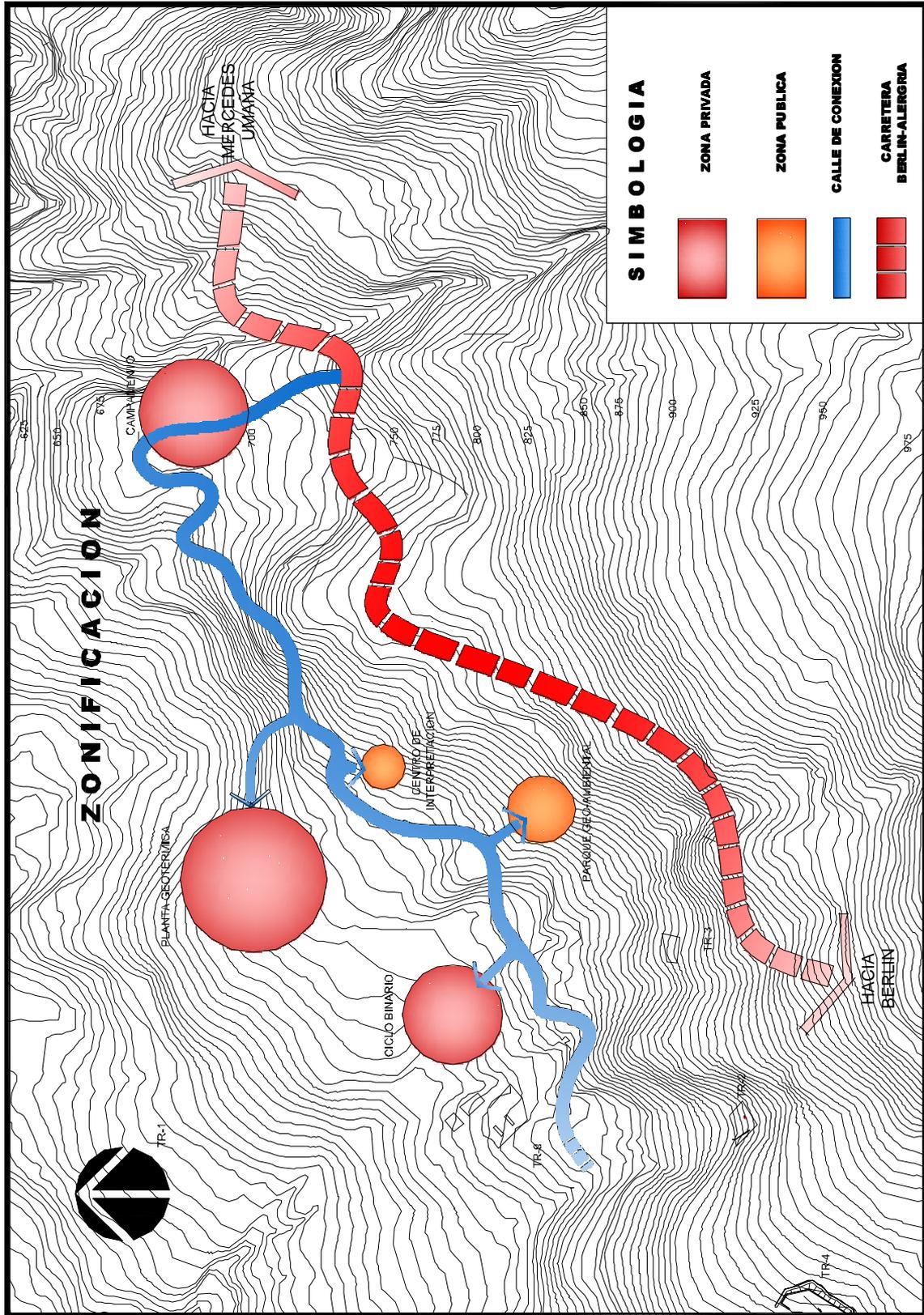
El proceso de diseño con lleva una serie de pasos y etapas, uno de ellos es la zonificación, que muestra la organización y ubicación de las zonas en el terreno. En nuestro caso particular analizamos un proyecto ya desarrollado basándonos en lo existente, interpretaremos la disposición de los espacios y edificios que conforman la Central Geotérmica de Berlín, clasificando sus zonas de acuerdo al uso.

Debe aclararse que el campo geotérmico de Berlín posee una extensión de 42 Km2 y sus instalaciones no se concentran en un solo punto, sino que se encuentran dispersas, pues posee instalaciones complementarias al plantel. En este caso se analizará la zonificación de la planta geotérmica y posteriormente se presentarán los espacios complementarios que posee.

Imagen 18. Esquema de zonificación

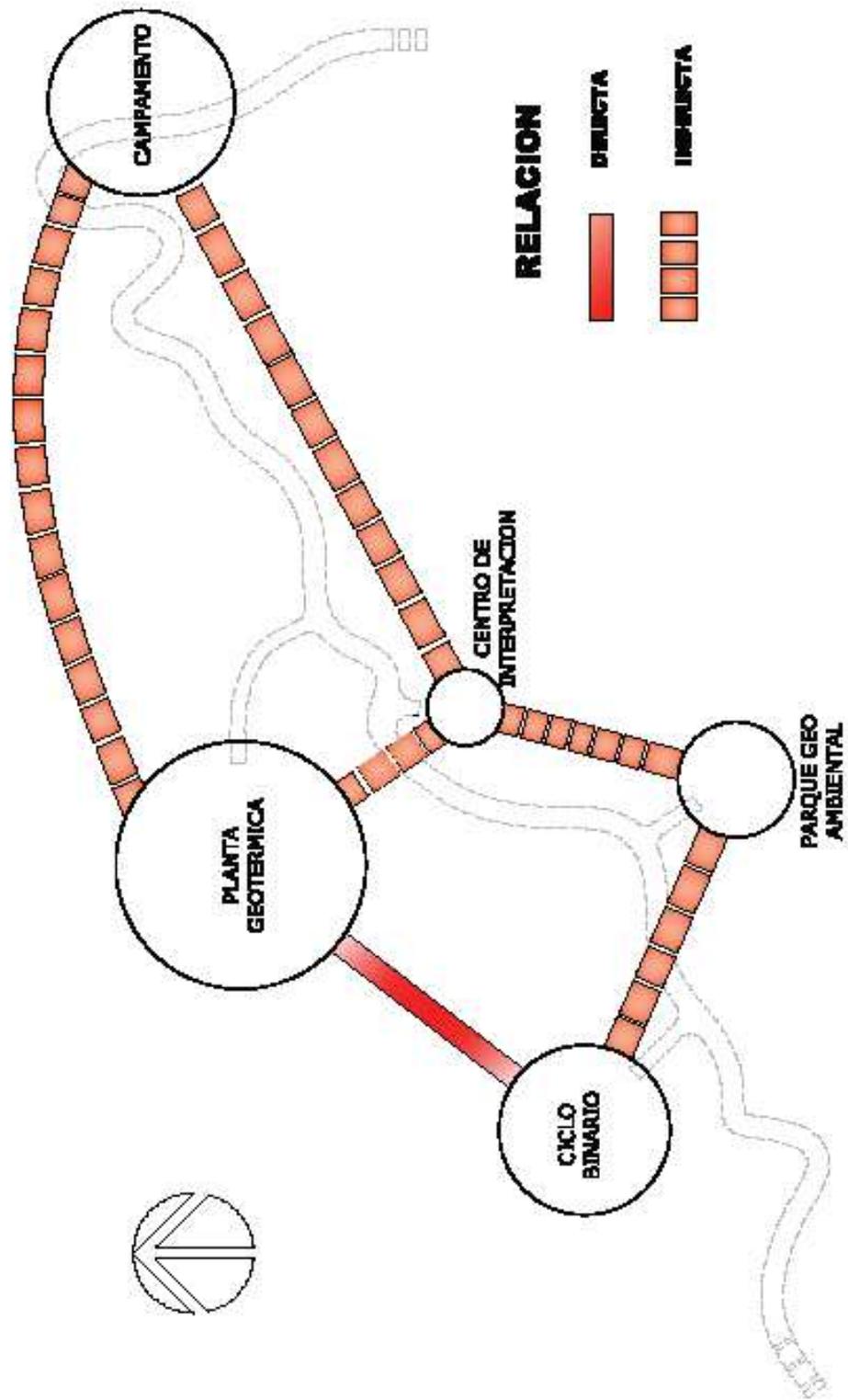


El esquema muestra seis áreas definidas que describiremos a continuación; también se presentará una zonificación general que muestra los espacios públicos y privados dentro del campo geotérmico.



- Zona Privada: Son las instalaciones de acceso restringido o nulo para las personas que no laboran en el campo geotérmico, y solo puede ingresarse con autorización del personal. Estas instalaciones son: Planta Geotérmica, Ciclo Binario y Campamento de Empleados.
- Zona Pública: Son las instalaciones diseñadas para el visitante (Parque Geoambiental, Centro de interpretación, senderos interpretativos)
- Zona de producción: es el área donde se produce la energía eléctrica y se lleva a cabo el monitoreo de dicho proceso. Esta conformado por la casa de maquinas de unidad 1, 2 y 3. Zona de control, oficinas y sanitarios.
- Zona de mantenimiento: es el taller de mantenimiento donde se guardan las herramientas, y se encuentra el personal técnico encargado de monitorear y solventar problemas en la maquinaria. Corresponde a un edificio que conecta con la zona de producción.
- Zona de Almacenamiento: espacio donde se almacena materiales o insumos que puedan necesitar en las instalaciones, consta de una bodega.
- Zona de de Enfriamiento: es el área donde se ubican las torres de enfriamiento, cuya función es enfriar el agua residual proveniente del separador de humedad y del condensador. Se conforma por cuatro torres que se conectan por tuberías con la zona de producción.
- Sub estación: espacio donde se ubican las torres que transmiten la energía producida hacia la Unidad de Transacciones (UT).
- Zona Administrativa: es el área destinada a las funciones administrativas de la planta, consta de un edificio con oficinas, clínica para los empleados, sala de juntas, sanitarios, etc.

DIAGRAMA DE RELACIONES



3.2.7 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Se consideran espacios complementarios aquellos que forman parte de la central geotérmica, pero que no se ubican dentro de la planta. Entre estos tenemos:

- Campamento de empleados: es una residencial construida para alojar al personal de ingenieros y técnicos que labora en la planta, esta comprendido por 24 casas con todas sus comodidades, además cuenta con un área social para el esparcimiento, como cancha de basket y casa club. Se ubica a 200 metros de la carretera Berlín-Alegría.



Foto 46. Vivienda tipo en campamento



Foto 47. Pasaje residencial



Foto 48. Cancha de Basket ball



Foto 49. Casa Club, donde los empleados realizan eventos o actividades

- Centro Vacacional de Empleados: área recreativa vacacional para empleados, consiste en 4 cabañas equipadas y un área de piscina, rodeada de zonas verdes y rancho de usos múltiples. Son de uso exclusivo para sus empleados y familiares de los mismos. Se ubica dentro del campamento de empleados.



Foto 50. Área de piscina



Foto 51. Cabañas en centro vacacional, donde los empleados y sus familias pueden alojarse



Foto 52. Rancho de usos múltiples



Foto 53. Cabaña tipo en centro vacacional

Unidad de Ciclo Binario: corresponde a la unidad IV, la última en ser construida y que funciona reutilizando el agua caliente residual de las unidades I, II, III.



Foto 54. Acceso a la planta de ciclo binario, en esta área no se puede ingresar cámaras, celulares, ni radios; por lo que no se tienen imágenes internas, esto debido a las normas de seguridad de la planta que utiliza una sustancia altamente inflamable.

Foto 55. Vista aérea de la Unidad IV, se puede apreciar el edificio de producción, su torre de enfriamiento, tuberías y silenciador. La Unidad de Ciclo Binario se encuentra al sur-este de las unidades a condensación, se conectan por calle interna, toda la zona se encuentra resguardado por personal de seguridad.



- Parque Geo-ambiental: Es un área de esparcimiento para el público que forma parte de la cooperativa de la empresa, se ubica entre la central y la unidad de ciclo binario. Posee área de cabañas, piscina, cafetería y el turista puede visitarlo durante el día.



Foto 56. (Izquierda) Vista de la piscina, el turista puede hacer uso de las instalaciones y disfrutar el clima de la zona y apreciar algunas fumarolas en el sector conocido como “El Tronador”

Foto 57. (Derecha) Area de cabañas que los visitantes pueden utilizar para estancia durante el día, pues no están diseñadas para alojar visitas durante la noche.



Foto 58. (Izquierda) Area de cafetería para uso de los turistas.

Foto 59. (Derecha) Estacionamiento para visitantes. Desde ahí puede apreciarse las tuberías de vapor y agua que pasan a un costado y el pozo reinyector TR9 que se ubica a orillas de la calle.



- Centro de Capacitación y Desarrollo Humano “El Tronador”

Son las instalaciones donde FUNDAGEO imparte cursos y capacitaciones, como se mencionó en el impacto social en el capítulo II. Esto se ubica al suroeste de la planta geotérmica y forma parte del complejo.



Foto 60. Desvió hacia el centro de capacitación



Foto 61. Acceso a las instalaciones

- Mini Zoológico y Centro de interpretación

Dentro del campo geotérmico se encuentran a lo largo de la calle algunas jaulas con especies animales que son parte del proyecto de Geo-resguardo. Entre ellos tenemos: cocodrilos, Iguanas, mono araña, venado cola blanca, mapache, tigrillo. Las especies reciben cuidados por parte del personal en un convenio con el ministerio de medio ambiente y poseen un veterinario de planta.

También se cuenta con el centro de interpretación donde se da educación ambiental al visitante sobre ciencias de la tierra y la vida silvestre.



Foto 62. Centro de Interpretación



Foto 63. Recinto de los monos

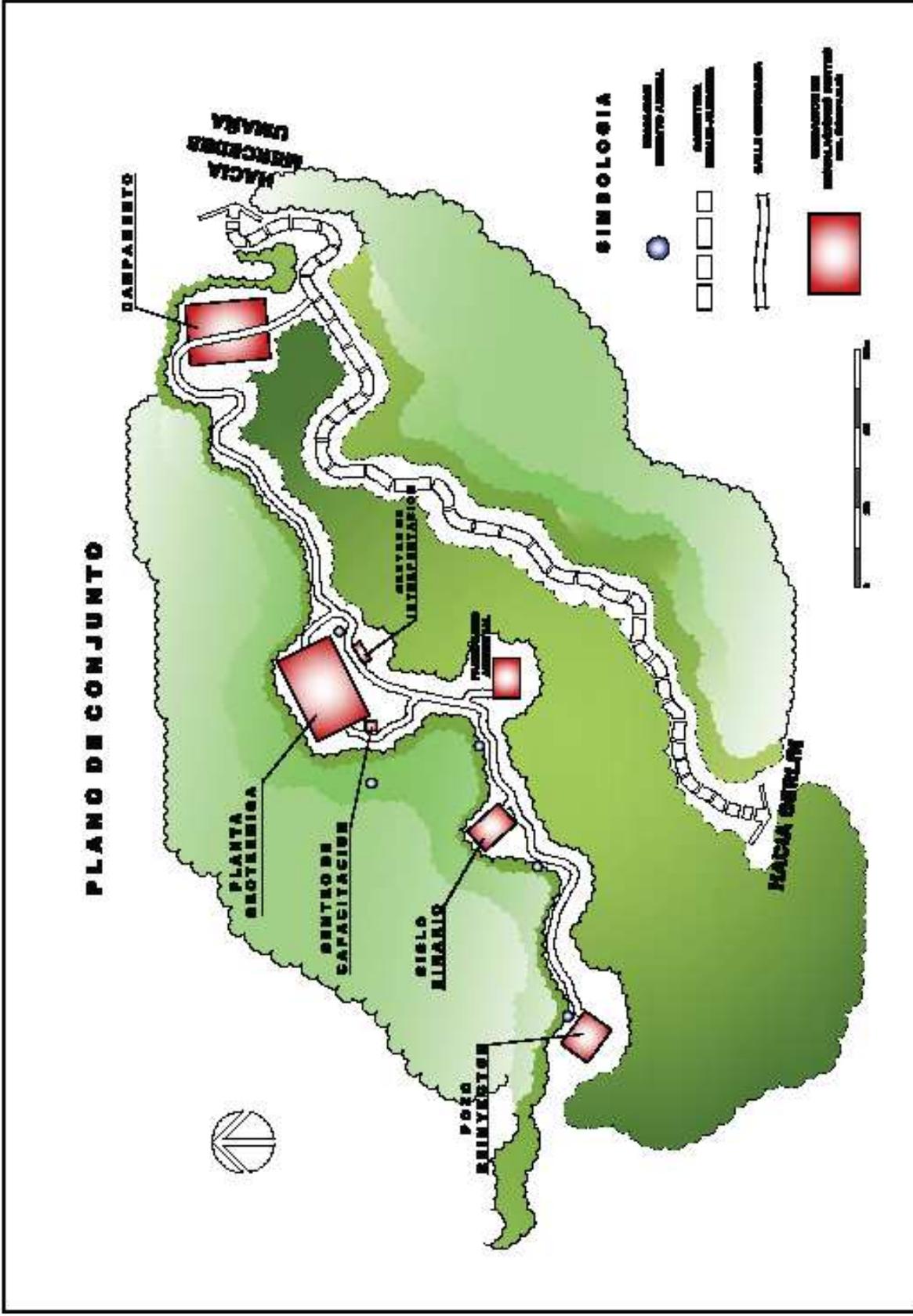
CONCLUSION

Basándonos en la información obtenida podemos decir sobre las características particulares de las áreas geotérmicas en nuestro país que, tenemos una topografía muy accidentada, con abundante vegetación y un clima sub tropical; dichas características han condicionado el diseño de las centrales y el crecimiento de sus áreas complementarias. Por esta razón es que las instalaciones se encuentran dispersas dentro del campo, pues han debido adaptarse a las condiciones físicas de la zona modificando el paisaje natural, si bien fueron necesarias las obras de terracería, algunas adaptan el diseño a su topografía y mantienen el estilo natural en su entorno, tales como: el parque geo-ambiental, los senderos, recintos de animales y casa de interpretación.

En cuanto al diseño arquitectónico de la central no representa un estilo con carácter propio, que denote el concepto de geotermia; más bien antepusieron la función a la forma, construyendo naves industriales. Pero con el crecimiento de los campos se ha hecho necesaria la creación de una tipología que represente la imagen arquitectónica de la empresa, así como lineamientos enfocados en el ordenamiento y diseño arquitectónico de las edificaciones.

Hay que recordar que dicho campo e instalaciones fueron construidos hace una década y para entonces no se tenían proyectados todos los espacios complementarios con que hoy se cuentan, tales como: Parque Geo-ambiental, Centro de Capacitación, Centro de Interpretación, etc. Por lo que suponemos el diseño urbano del campo no considero el crecimiento planificado.

Es por ello que en los campos geotérmico futuros debería elaborarse una planificación urbana que contemple la expansión del campo y la distribución de sus edificaciones, contemplando las variables físicas del lugar y criterios urbanísticos.



3.3 ANALISIS URBANO DEL CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN

La importancia del análisis urbano para nuestro trabajo de investigación es tener una idea mas clara del estado actual del campo geotérmico, se analizará el espacio conforme la metodología urbanística para identificar aciertos y desaciertos en la planificación y diseño del Complejo Geotérmico.

3.3.1 ACCESIBILIDAD

Como elemento urbanístico analizaremos la accesibilidad a las instalaciones de la planta geotérmica y sus espacios complementarios, si estos han sido planificados, bien definidos; y si son funcionales en la actualidad.

También deberemos evaluar si cumplen las normas del diseño universal y bajo esta perspectiva tenemos que: “La accesibilidad puede ser definida de muchas maneras, pero básicamente es la posibilidad que tiene una persona, con o sin problemas de movilidad o percepción sensorial, de entender un espacio, integrarse en él e interactuar con sus contenidos.”³⁹

En cuanto a la accesibilidad a las edificaciones dentro de la planta geotérmica no existen barreras para el acceso, más que las restricciones a ciertas áreas por cuestiones de seguridad; los edificios no presentan cambios bruscos de nivel y el único sector que lo presenta es la zona de torres de enfriamiento para la cual existe una rampa y gradas de acceso.



Foto 64. (Izquierda) Calle interna de acceso a la planta y a sus edificios, se muestra con una pendiente mínima y con un solo cambio de nivel en el sector de las torres de enfriamiento.

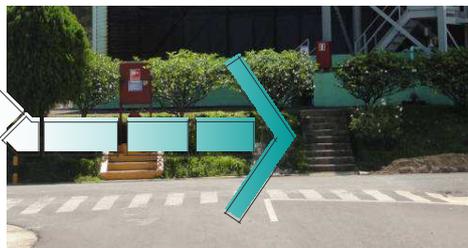


Foto 65. Utilización de gradas

³⁹ Arq. Jaime Huerta Peralta “Discapacidad y Diseño Accesible” Lima, Peru 2007



Foto 66. Disposición de rampas de acceso a edificios



Foto 67. Implementación de rampa de acceso a zona de torres.

Si describimos la accesibilidad hacia las instalaciones complementarias el caso es distinto, tenemos tres instalaciones separadas de las cuales solo el centro de interpretación y el Parque Geo-ambiental presentan cierto grado de accesibilidad mediante tratamiento de los desniveles, aunque requieren mayor acondicionamiento.

El acceso hacia los recintos de animales no se considera apto para todas las personas debido a que solo se implementan gradas y no existen rampas.

Se observa actualmente cierto grado de deterioro en los accesos y se requiere una mayor definición de estos.



Foto 68. Vista del acceso hacia centro turístico, el cual presenta un pendiente y acabado rustico empedrado.



Foto 69 y 70. Gradas de acceso a recintos de animales

3.3.2 CIRCULACIONES

Como elemento de conexión entre los espacios se analizará la circulación tanto vehicular como peatonal, su estado actual y características.

CIRCULACION VEHICULAR

En nuestra zona de estudio que comprende la Planta Geotérmica, el Parque Geo-ambiental y los espacios comprendidos entre estos se considera buena, pues existe una red vial interna en el complejo que permite la accesibilidad vehicular hacia las distintas instalaciones complementarias.



Foto 71. Calle interna de concreto que conduce a instalaciones complementarias



Foto 72. Camino interno de tierra con piedra suelta, corresponde a un corto tramo hacia pozo reinjector.



Foto 73. Calle dentro de la Planta Geotérmica, en todo su interior son calles asfaltadas y buen estado



Foto 74. Camino de tierra que conduce a jaula de los mapaches, aunque es de tierra se encuentra en buen estado y a diferencia del otro no presenta piedras sueltas.

CIRCULACION PEATONAL

La circulación peatonal se comprende de las aceras y senderos delimitados para el peatón, así como rampas y gradas; sobre estos podemos decir que dentro de la planta existen aceras de circulación en la parte posterior de la zona de producción, mas no existen al frente de esta a causa de los equipos y tuberías que ahí se encuentran; pero se puede circular sobre la calle, pues el transito vehicular es leve y no representa peligro al peatón. Las rampas y gradas si existen como se mostraron en la accesibilidad a los edificios. (Ver fotos 64 y 65)



Foto 75. Acera ubicada en la fachada posterior de la unidad I y II

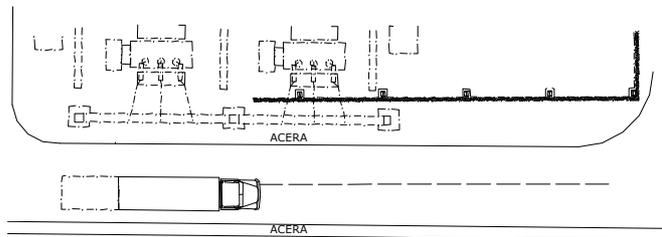


Imagen 19. Vista en planta de calle interna en planta geotérmica

En cuanto a la circulación fuera de la planta hacia las instalaciones complementarias se realiza sobre la calle, aunque no se considera un peligro, ya que el tráfico vehicular es leve. Con respecto a los senderos interpretativos son parte de la circulación peatonal pero actualmente no son accesibles a todos pues son de tierra, sin recubrimiento que evite el estancamiento de agua lluvia y esto lo hace intransitables en invierno.



Foto 76. Calle frente a Centro de Interpretación no posee acera



Foto 77. Sendero en el centro de interpretación, aun presenta problemas en invierno.



Foto 78. Tuberías atraviesan los senderos generando obstáculos, además se tiene problemas de estancamiento de agua lluvia.

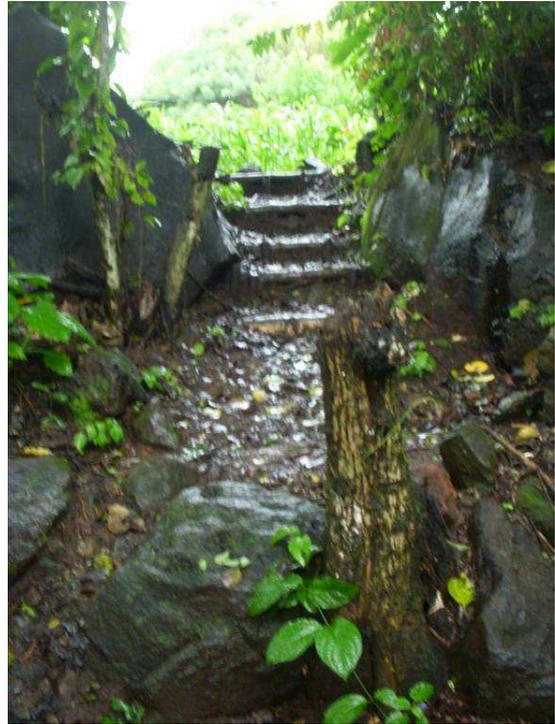


Foto 79. Gradas de senderos en mal estado y obstrucción de piedras en el camino.



Foto 80. Senderos interpretativos delimitados con rocas de la zona, pero sin recubrimiento de suelo que evite los estancamientos de agua.



Foto 81. Senderos delimitados con grava, en centro de interpretación, además se han realizado obras de jardinería como ornamentación.

3.3.3 MOBILIARIO URBANO

Es todo aquel equipamiento del que se ha dotado en las áreas abiertas como: basureros, bancas, mesas, señalización, luminarias, etc.

Sobre estos podemos decir que existe poco mobiliario y el que está se observa descuidado y en mal estado, aunque se entiende que en las áreas complementarias fuera de la planta no circulan tantas personas, ni se recibe mucho turista actualmente, por lo que probablemente se haya descuidado.

La señalización es escasa, solo hay algunas sobre el límite de velocidad y otras indicando desvíos.

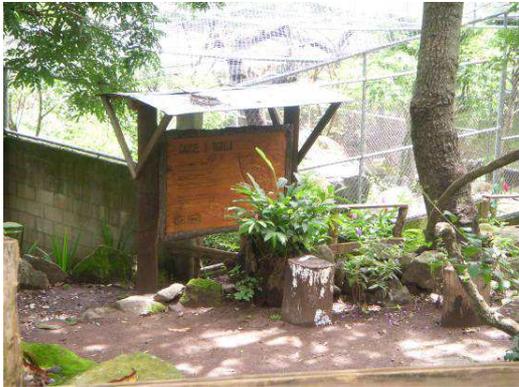


Foto 82. Letrero en recinto del tigrillo, se observa cubierto por vegetación.



Foto 83. Señalización vial que se observa en camino interno

En las zonas de recintos de animales carecen de basureros adecuados y las mesas que existen se observa en mal estado, no hay un espacio creado para la permanencia del turista.



Foto 84. Basurero ubicado a orillas de la calle que conduce al campo geotérmico.



Foto 85. Mesa con bancos ubicada contiguo al recinto del tigrillo.



Foto 86. Señalización informativa



Foto 87. Basurero en recinto de animales

La iluminación existe tanto dentro de la planta como en los caminos e instalaciones complementarias, aunque a horas no laborales solo permanece el personal de turno.



Foto 88. Luminaria en centro recreativo



Foto 89. Señal de tránsito oculta por la vegetación

Hay que mencionar que dentro del centro de interpretación y parque Geo-ambiental se ha dotado de mobiliario urbano y se observa un mayor mantenimiento de dichas áreas.



Foto 90. Basureros por clasificación de desechos sólidos.

3.3.4 AREAS VERDES

Dentro de las instalaciones de la planta geotérmica se observan escasas áreas verdes, en contraste con los alrededores de exuberante vegetación. Mientras que las existentes se encuentran a lo largo de la calle de acceso con engramado, algunas flores y setos; también hay palmeras bordeando los edificios.



Foto 91. Zona verde frente a torres de enfriamiento, donde se han sembrado setos y flores.



Foto 92. Palmeras en arriate frente a edificio



Foto 93. Arriates con engramados y setos en la parte posterior de zona de producción.

En la parte exterior del acceso a la planta se han realizado algunas obras en zonas verdes sembrando tuya como arbusto ornamental.



Foto 94. Zona verde en acceso a la central.

Las zonas verdes en las instalaciones complementarias han sido trabajadas, con engramados, sembrando plantas ornamentales y flores; como palmeras, tuyas y Ginger, entre otros.



Foto 95. Jardines en Parque Geo-ambiental.



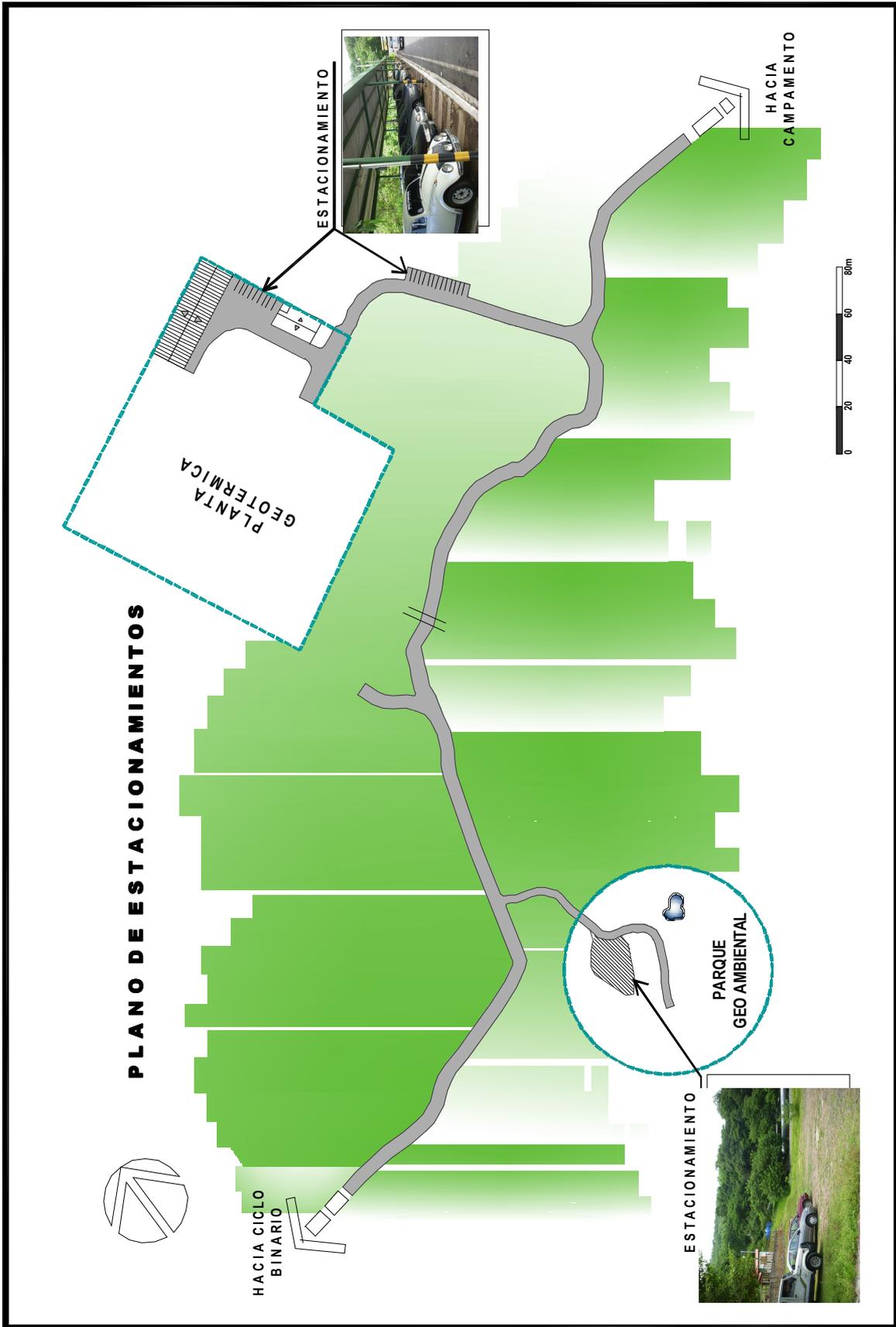
Foto 96. Palmeras enanas sembradas como decoración en Parque Geo-ambiental.

3.3.5 ESTACIONAMIENTO

Se cuentan con tres estacionamientos definidos, uno privado dentro de la Planta Geotérmica y dos para el público; de estos últimos uno se ubica a las afueras de la planta y el otro pertenece al Parque Geo-ambiental. (Ver plano)

En cuanto a las condiciones físicas del estacionamiento al público, el primero en las afueras de la planta está bien definido, distribuido a un lado de la calle y parqueos a 90°, su recubrimiento en suelo es de franjas de concreto para mantener una mayor área de permeabilidad, también se encuentra techado. Entre las observaciones que podemos hacer es la falta de estacionamientos para discapacitados.

El segundo en el Parque Geo-ambiental es un área menos delimitada al aire libre, las plazas por vehículo no están marcadas y no posee recubrimiento de suelo. Entre las observaciones tenemos que la carencia de recubrimiento podría ocasionar problemas de drenaje en época de lluvias, también debería acondicionarse un camino para discapacitados, así como estacionamientos.



3.4 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS

De las observaciones que se han realizado en el análisis urbano y arquitectónico se plantean algunos problemas identificados en el campo geotérmico, estos son:

- No hay un diseño de parqueos para transporte colectivo, ni plazas para discapacitados.
- Carece de un espacio para la recepción de visitas, donde brindar información e indicaciones generales antes de ingresar a la planta.
- No posee un bloque de s.s. para visitantes dentro de la planta, que debe incluir un baño para discapacitados.
- No existe un recorrido definido para el visitante, y en algunas áreas fuera de la planta no existe una circulación definida y delimitada que sea clara para el turista.
- Señalización y rotulación informativa escasa, para indicar el recorrido o ubicar a las personas en que punto se encuentran.
- Los basureros en áreas exteriores (caminos, recintos animales) se observan en mal estado y sin implementar la clasificación de desechos.
- Existen pocas áreas verdes recreativas para visitantes y empleados; que funciones para el esparcimiento y convivencia de los usuarios.
- Al interior de la planta geotérmica carece de intervenciones en el diseño y creación de zonas verdes, aproximadamente el 90% del área se encuentra pavimentada.
- La promoción de las instalaciones es poca, la población desconoce lo que el campo geotérmico ofrece al visitante; se recomienda una campaña de promoción que de a conocer los atractivos turísticos y los beneficios de la energía geotérmica.

3.5 PLANTEAMIENTO DE NECESIDADES

En base al análisis realizado hemos identificado una serie de problemas para los cuales se deberán definir las necesidades y plantear soluciones, mediante la formulación de proyectos a corto, mediano y largo plazo.

Los proyectos se han clasificados en tres tipos: infraestructura, urbanísticos, y sociales.

PROYECTOS PROPUESTOS	
INFRAESTRUCTURA	<ol style="list-style-type: none">1. Diseñar y construir instalaciones destinadas a la recepción de visitantes, donde se puedan brindar charlas informativas, presentar videos, exponer imágenes; y que a la vez funcione como sala de espera antes de hincar un recorrido por la planta, en caso de alternar con mas de un grupo.2. Crear un bloque de baños para visitantes, que sean independientes del área de oficinas del personal.3. Crear un museo lúdico de geotermia en el centro de Alegría, que atraiga al turista y de a conocer sobre el proceso geotérmico y la importancia de una producción energética limpia. Además que se coordinen las visitas a la planta desde el museo y brinden la información de los atractivos del campo.4. Crear un espacio abierto donde concentrar grupos de visitas antes de iniciar el recorrido por los senderos interpretativos y donde el guía pueda dar indicaciones generales, así como una introducción sobre el programa de Geo-resguardo.

URBANOS	<ol style="list-style-type: none"> 5. Diseñar un recorrido turístico dentro de la planta geotérmica y que a la vez incluya el recorrido por las áreas complementarias y genere la integración de los espacios. 6. Diseñar señalización informativa y rotulación apropiada para las instalaciones fuera de la planta, que permita al visitante extraviado dentro del campo, reincorporarse al grupo. 7. Diseñar y construir más áreas verdes dentro de la planta que genere un entorno ecológico acorde al compromiso con el medio ambiente que la empresa mantiene. 8. Ubicar mas basureros en zonas públicas, caminos peatonales; implementando la clasificación de desechos y dar mantenimiento de los mismos para fomentar el compromiso con el medio ambiente. 9. Crear áreas verdes recreativas para el esparcimiento y convivencia del turista, así como de los empleados; considerando áreas de recreación pasiva y activa. 10. Definir las circulaciones peatonales al exterior de la planta, delimitarla mediante barreras, texturas, colores, etc. 11. Readequar los estacionamientos de visitas, crear plazas para discapacitados, microbuses y/o buses, así como patios de maniobra para estos últimos.
SOCIALES	<ol style="list-style-type: none"> 12. Fomentar la promoción turística de la Central Geotérmica mediante un plan de divulgación con el fin de informar a la población los atractivos que ofrece y así dar a conocer sobre las ventajas de la energía geotérmica y las acciones que la empresa realiza en pro del medio ambiente y la población en general. 13. Crear un plan de desarrollo turístico que involucre a las comunidades que actualmente trabajan con FundaGeo, propiciando que estos puedan ofrecer los productos que elaboran (frutas deshidratadas, hortalizas, café de altura, plantas de vivero, etc.) al turista que visite el campo geotérmico.

3.6 ANALISIS ARQUITECTONICO

Es importante para comprender la evolución del diseño arquitectónico con el pasar del tiempo y que varía de acuerdo a la zona donde se edifica, ambos factores generan características particulares en los diseños.

La arquitectura de un determinado lugar es capaz de mostrarnos su historia a través de sus muros, sus materiales y detalles, porque las edificaciones denotan un contexto histórico, social, económico y político; estos se ven reflejados en la arquitectura.

Es así que la analizaremos tratando de interpretar lo que el arquitecto quiere proyectar al público y que factores influyeron en el diseño; dichos factores pueden ser físicos (topografía, clima, hidrografía, geología, etc.); o económicos (el diseño se limita por un presupuesto bajo), de seguridad (por las actividades que ahí se desarrollan) etc.

Para el desarrollo de nuestro análisis arquitectónico lo hemos dividido en tres sub temas:

- Tipologías de Diseño
- Color y texturas
- Iluminación

3.6.1 TIPOLOGIAS DE DISEÑO

Representan las características arquitectónicas propias de determinada tendencia o lugar, en nuestro caso analizamos las tipologías arquitectónicas implementadas por LaGeo. Dentro de éstas estudiaremos las formas, los materiales, los sistemas constructivos y tecnologías implementadas a lo largo de la construcción de los diversos proyectos en nuestro país.

Se identifican tres tipologías, cada una muestra diferentes características, que a continuación describiremos: La primera la encontramos dentro de la Planta Geotérmica corresponde a un diseño industrial.

PLANTA GEOTÉRMICA DE BERLÍN

Construida en etapas desde el año de 1998-2008, el diseño de sus edificios es similar al de una nave industrial, utilizando el sistema de pórticos que permiten la cobertura de una mayor luz, muy utilizado en el diseño industrial, pues permite grandes espacios libres de apoyos intermedios para el desarrollo de los procesos de producción, en nuestro caso, la generación eléctrica.

Las naves poseen características que las hacen elegibles para este tipo de centrales, tales como: la rapidez en su instalación, pues se construyen fácilmente por ser sistemas prefabricados compuestos por elementos elaborados fuera del sitio y hechos a la medida que luego se ensamblan en el sitio.

Los materiales utilizados en el diseño de la planta geotérmica son los perfiles metálicos, que se observan conformar la estructura del edificio, esto le permite la gran altura y el claro amplio. Para rigidizar la estructura se utilizan arriostrados tanto en paredes como en la cubierta.



Foto 98. Vista de la estructura metálica y arriostrado de los marcos.



Foto 97. Interior del edificio de Unidad I y II. (Área de producción)

En paredes se utilizan bloques de concreto, y paneles con recubrimiento de aislante R-13.

Al exterior en la parte superior de la pared del edificio esta recubierto de láminas onduladas fibrolit colocadas verticalmente, al interior se recubre con aislante térmico R-30 que contiene el ruido y evita se difunda al

exterior. El cielo falso en el área de control es de losas acústicas blancas tipo armstrong.

Los edificios de producción son de planta rectangular con una circulación en U, iluminación natural mediante una galería de ventanas altas al noroeste y sureste. Estas son de tipo onin con vidrio fijo.



Foto 99. Vista general de las instalaciones en la Planta Geotérmica de Berlín, en ella se aprecian las formas de tipo nave industrial en sus edificios.

De esta tipología podemos extraer las formas simples siguientes:

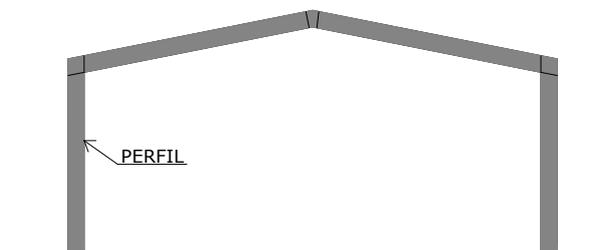


Imagen 20. Sección de transversal de nave en edificio de producción. Esta forma geométrica la podemos observar tanto en los edificios de producción como en el taller de mantenimiento y el almacén. Solo el edificio administrativo varía en su diseño y formas.

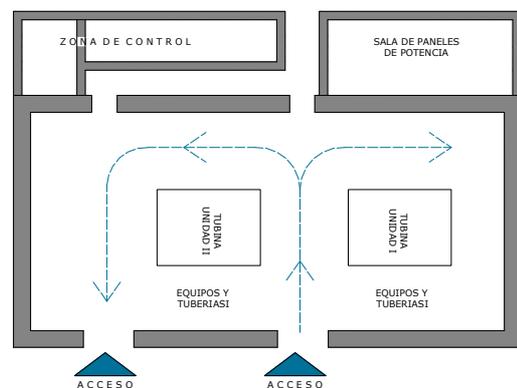


Imagen 21. Planta rectangular y circulación en U.

En el edificio administrativo se mantienen las formas rectangulares en su fachada y planta, con la característica de cubierta oculta mediante fascia.

El sistema constructivo en dicho edificio no es el mismo que en los de producción, cabe mencionar que el uso y función es totalmente diferente.

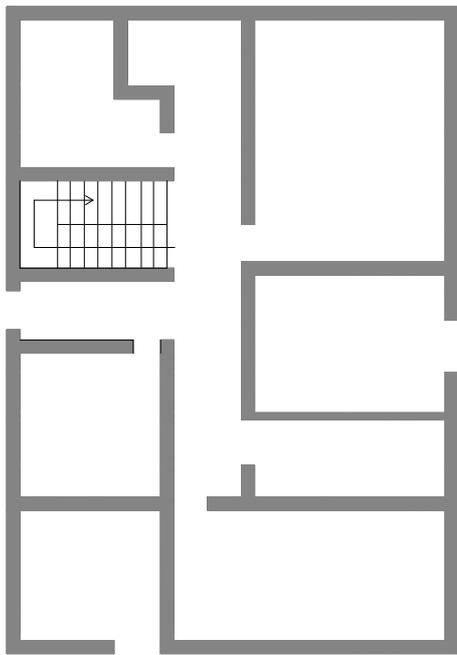


Imagen 22. Esquema en planta de edificio
Planta rectangular



Foto 100. Edificio administrativo

Los materiales utilizados son: paredes de bloque de concreto repelladas afinadas y pintadas; ventanas de vidrio corredizas con acabado polarizado, cielo falso con suspensión de aluminio y piso cerámico.

A diferencia de los demás edificios, este no posee las estructuras vistas, posee acabados en piso, paredes y cielos falsos.

Podría decirse que este edificio representa una variante de la tipología en el resto de la planta, porque muestra características distintas, aun así forma parte del plantel y se unifica con el resto de edificaciones mediante el uso del color.

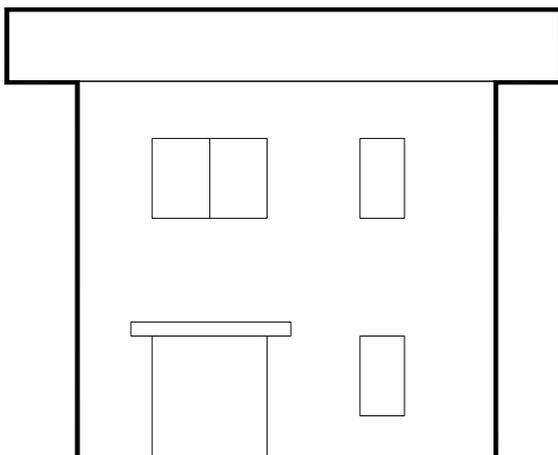


Imagen 23. Esquema de fachada en edificio administrativo, uso de formas rectangulares.

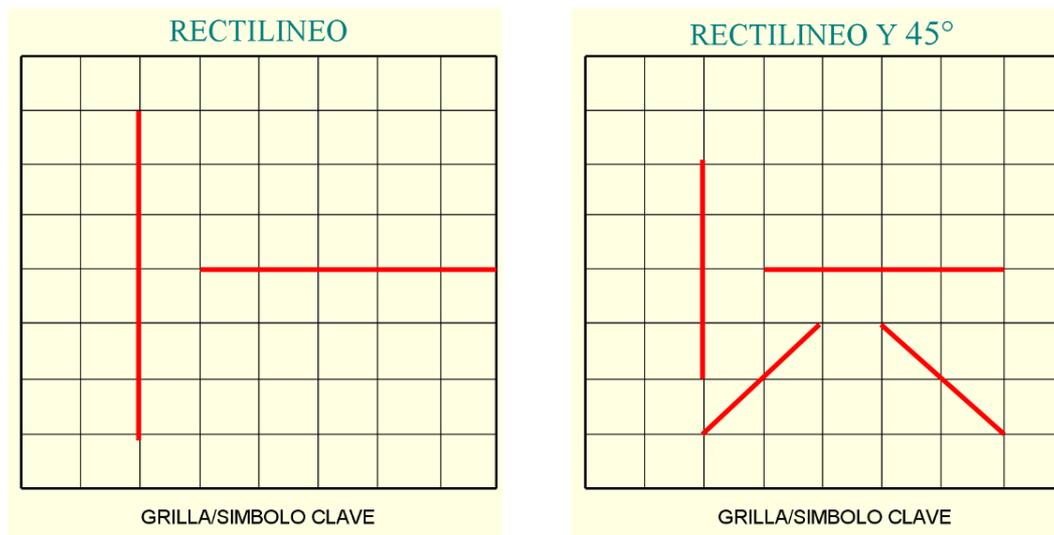
Las características generales de la tipología dentro de la planta son:

- Estructuras vistas
- Cubierta a dos aguas
- Uso de formas puras
- Combinación de materiales
- Circulaciones lineales

El diseño de la central es la primera tipología identificada y podemos clasificarlo según Jhon Wiley en “Drawing and Designing with Confidence” como diseño rectilíneo y a 45°, el cual se caracteriza por utilizar líneas verticales, horizontales y diagonales a 45° en una trama o grilla.

Aunque en su mayoría es dominado por el diseño rectilíneo a 90°, solo las torres de enfriamiento se ubican en diagonal; este tipo de diseño se califica como ordenado, básico, lógico, rígido y bien definido.

Imagen 24 y 25. Trama o grilla para diseño rectilíneo y a 45°



CAMPAMENTO DE EMPLEADOS

Segunda tipología identificada en el campo geotérmico de Berlín, cercano a la planta se encuentra el campamento de empleados, dicho espacio complementario asemeja un estilo rústico que entona con el área de emplazamiento, pues están ubicadas en el sector rural rodeados de abundante vegetación, un clima frío y diseñadas para albergar a los ingenieros y técnicos que laboran en la planta.

Características:

Techos de lámina galvanizada con teja de concreto tipo Venecia, aun cuando es lámina de fibrocemento se unifica mediante el color; fascia de fibrolit.

Paredes de ladrillo de barro tipo calavera puesto de lazo, en acabado español pintado color blanco. Ladrillo de barro visto y sisado en recubrimiento de columnas, estas contrastan con las paredes; ventanería con celosía de vidrio nevado en su mayoría a excepción de la casa club donde se combina con vidrio fijo polarizado.



Foto 101. Casa tipo en campamento de empleados



Foto 102. Rancho en Centro recreativo



Foto 103. Vista de pasillo en Casa Club

Cielo falso de tabla yeso y losetas de fibrolit, pisos cerámicos y de cemento; detalle de viga simulada con forro de plywood.

La tipología de diseño probablemente quiso asemejarse a las casa antiguas en el pueblo de alegría y algunas en el área de Berlín, con sus techos de teja y paredes blancas.



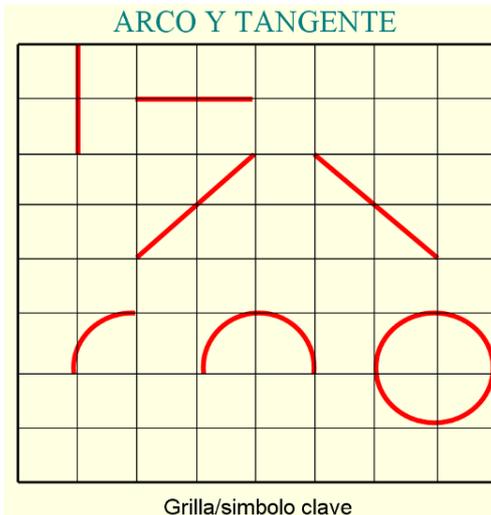
Foto 104 y 105. Tipología de viviendas en la ciudad de Alegria, con techos de teja, estructura de madera y paredes de adobe blancas u otros colores.

Existen algunas variaciones del estilo tradicional, como la utilización de cielos falsos de fibrolit para ocultar la estructura del techo, el combinar ventanas de celosía y corredizas, los pisos cerámicos; también se observan las variantes de materiales en cubierta manteniéndose la unidad en el conjunto mediante el uso del color, se encuentran techos de fibrolit, lamina galvanizada y teja.

Esto se justifica por la comodidad del usuario, pues el diseño está pensado en su confort, más que en la integración de la residencial con su entorno.

Esta tipología de diseño puede clasificarse según Jhon Wiley en “Drawing and Designing with Confidence” como diseño rectilíneo y 45° que utiliza líneas horizontales, verticales y diagonales.

Su diseño se puede clasificar según Mike W. Lin en “Drawing and Designing with Confidence” como de arco y tangente, que se caracteriza por la utilización de líneas rectas, diagonales, arcos, círculos y semicírculos sobre una trama.



Las características de este tipo de diseño son: atractivo, suave, agradable, formal, elegante, fluido.

Lo ubicamos dentro de esta clasificación al observar su volumetría y distribución en planta.

Imagen 27. Trama para diseño de arcos y tangentes

Las formas utilizadas son rectángulos y círculos con sustracción y adición, formas básicas combinadas en planta; otro fundamento del diseño aplicado es la repetición de planos (planos seriados), en acceso al edificio.

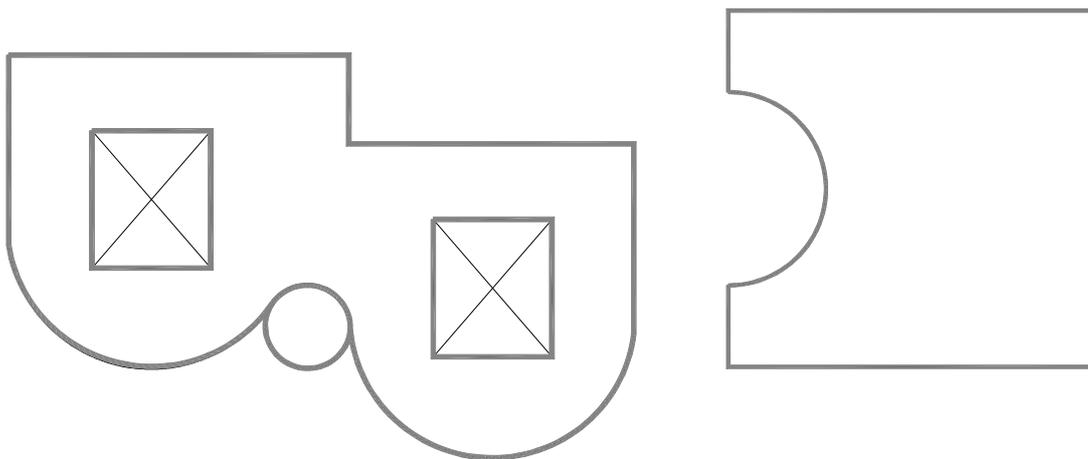


Imagen 28. Esquema de formas geométricas con adiciones y sustracciones que se han implementado en el edificio de oficinas.

En estas instalaciones se juega con las formas tanto en planta como en elevación y posee características propias que representan la arquitectura propia de LaGeo y que deben reconsiderarse, en futuros proyectos creando una tipología propia.



Foto 109. Vista al interior de edificio administrativo central.

Algunos elementos son:

- Uso de superficie traslúcida
- Perfilería vista, jardines centrales
- Paredes blancas
- Acabados en pisos y cielos

Los materiales utilizados en el edificio son: paredes de bloque repelladas, afinadas y pintadas, espejo ahumado de espesor de 5mm en superficie de paredes translúcidas, pisos cerámicos, baldosa de barro, piedra laja triturada y concreto estampado. Ventanas de vidrio corrediza color verde y proyectables.

Esta es la última tipología identificada dentro de la empresa y la más recientemente construida, en el año 2001 por los arquitectos de LaGeo; representa la arquitectura conceptualizada que se pretende implementar proyectando la imagen visual de la empresa, con sus detalles particulares.

La arquitectura representa el uso o función de un edificio, por ello se comprende que esta tipología no se asemeje a sus construcciones en Berlín, pues fueron diseñadas para oficinas.

3.6.3 COLOR Y TEXTURA

El uso del color y textura en su arquitectura es uno de los elementos que da unidad, pues manejan una gama de colores determinados, como la representada en su logotipo, además utiliza texturas de materiales vistos.

Dentro de las oficinas centrales se utilizan colores tales como: blanco, verde y gris metálico. En las plantas geotérmicas se utiliza una paleta de colores más diversa, como verde claro en sus edificios, grises y blancos al interior en pisos, paredes y estructura de soporte. También se tienen los colores industriales estándar que por norma deben utilizar dentro de la planta, para marcar las rutas y diferenciar las distintas tuberías.

COLORES PRINCIPALES

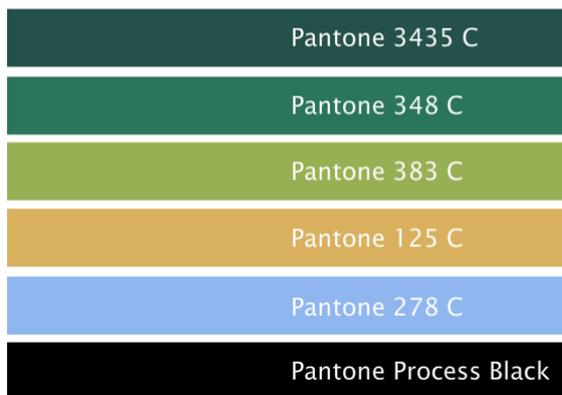


Imagen 29. Paleta de colores utilizada en logotipo

Entre las texturas utilizadas tenemos la metálica lisa o ranurada (en detalle de columnas), recubrimiento de lámina lisa y acanalada (en Planta Geotérmica); piedra al natural (en escaleras de Oficina Central) En circulación peatonal al exterior; Vidrio liso y transparente (en oficina central) Ladrillo visto (en campamento)

En las imágenes de las plantas existentes observamos la aplicación del color y la paleta que actualmente se implementa.



Foto 110. Edificio dentro de Planta Geotérmica de Berlín.



Foto 111. Edificio dentro de Planta Geotérmica de Ahuachapán.

3.6.4 ILUMINACION

La iluminación se relaciona con la actividad del lugar, es decir que, de acuerdo a las actividades que se realicen en determinado espacio se requiere de una mayor o menor iluminación. Es así que no tendremos la misma en el área de producción que en el área administrativa, o en las oficinas centrales, pues las funciones que se desarrollan en cada espacio son distintas.

En las instalaciones se implementa la iluminación natural, mediante galería de ventanas altas o grandes superficies vidriadas, a excepción de algunas áreas que por protección de equipos no posee ventanas, su iluminación y ventilación es totalmente artificial; pero por las funciones que ahí se realizan se requiere de una buena iluminación.



Foto 112. Galería de ventanas en zona de producción que brindan iluminación natural al interior.



Foto 113. Iluminación artificial en zona de producción con acceso restringido.



Foto 114. Iluminación artificial en oficina de monitoreo.



Foto 115. Lámparas en zona de producción como iluminación artificial.

A diferencia de las instalaciones de la planta geotérmica la iluminación en las oficinas centrales es diferente, se implementa un diseño de iluminación para resaltar detalles o zonas. Aunque se mantiene un criterio de superficies transparentes que permiten la iluminación natural, evitando el uso de luminarias en horas del día; dicho criterio se vuelve característico en su imagen visual. Aunque siempre existen espacios que requieren de una combinación de ambos donde hace necesario la iluminación artificial, como en pasillos de circulación, oficinas al interior que carecen de ventanas, auditorio que por su función requiere la regulación de iluminación, etc.

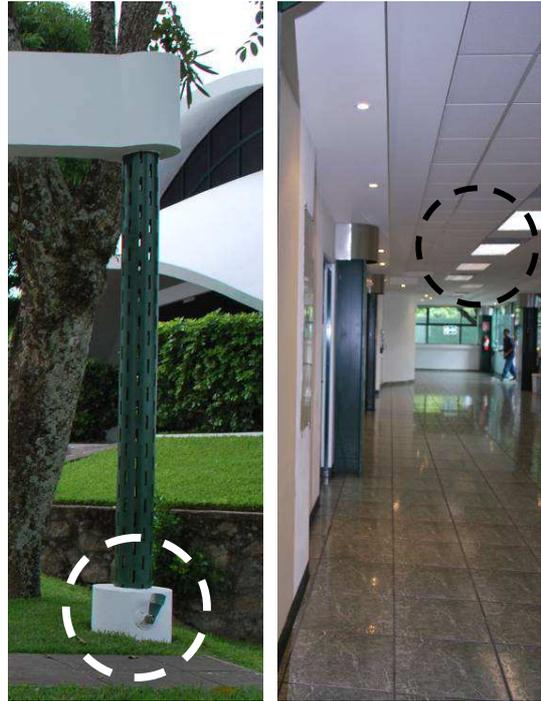


Foto 116. (Izquierda) Muestra el detalle de iluminación en columnas, para realzar el detalle arquitectónico.

Foto 117. (Derecha) Iluminación en pasillos mediante pantallas empotradas en cielo falso, y utilización de ojos de buey en molduras



Foto 118. En la fachada de las oficinas centrales se pueden apreciar la ventanearía que proporciona iluminación natural al interior.

CAPITULO 4. PROPUESTAS

4.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO

Los principios de diseño de la Arquitectura Geotérmica en El Salvador han surgido de la ideología, valores y visión de la empresa; son los arquitectos de LaGeo quienes han plasmado estos principios en sus edificaciones.

Para definirlos nos hemos basado en el análisis de las obras construidas presentado en el capítulo anterior, pues mediante el estudio de lo existentes observamos su aplicación.

Los principios identificados son cuatro:

- Respeto y armonía con el medio ambiente
- Conceptualización arquitectónica
- Transparencia
- Estructuras vistas

Son estos los que rigen la arquitectura geotérmica y sus diseños, reflejando en sus construcciones la identidad arquitectónica de LaGeo; misma que buscamos comprender y divulgar mediante la presente investigación.

Respeto y armonía con el medio ambiente:

Este principio nace de los valores de LaGeo y la mística de la organización donde se encuentra plasmado. Pretende integrar los proyectos con el entorno natural creando diseños en armonía, cuyo impacto ambiental sea minimizado.

Conceptualización arquitectónica:

Es el uso de la abstracción de objetos o elementos que intervienen en el proceso de extracción y producción de energía geotérmica; aplicados en el diseño.

Transparencia:

Mostrar transparencia en sus funciones y apertura de la administración.

Estructuras vistas

Recordando el diseño industrial de las plantas geotérmicas donde se utilizan las estructuras vistas.

4.2 ELEMENTOS GEOTERMICOS

Entiéndase para este documento, como aquellos que conforman el proceso de extracción y transformación del vapor en energía eléctrica, desde el más sencillo al más complejo se considerará como elemento geotérmico.

Dichos elementos se estudiarán con el fin de extraer características o partes, que puedan ser conceptualizadas en el diseño urbano arquitectónico; esto quiere decir que se pueden implementar sus formas, colores, texturas aplicadas en elementos urbanos (mobiliario urbano, diseño de zonas verdes, caminos, senderos, etc.) o arquitectónicos (edificios, detalles constructivos, etc.)

Es de la conceptualización que obtendremos esos detalles característicos de la nueva arquitectura geotérmica en El Salvador, desarrollada por LaGeo, como empresa pionera en este rubro y que consolidará su identidad visual ante el público.

4.2.1 ANALISIS DE LAS FORMAS

Partiendo de los elementos geotérmicos hemos extraer las formas geométricas puras que pueden ser descompuestas para los fines del diseño y la conceptualización.

ELEMENTOS GEOTERMICOS



Foto 119. Silenciador



Foto 120. Colector de vapor

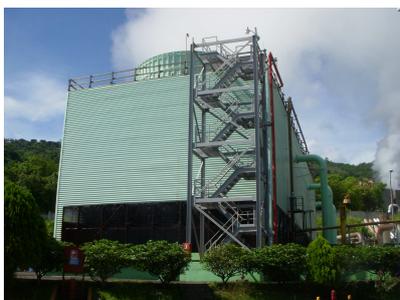


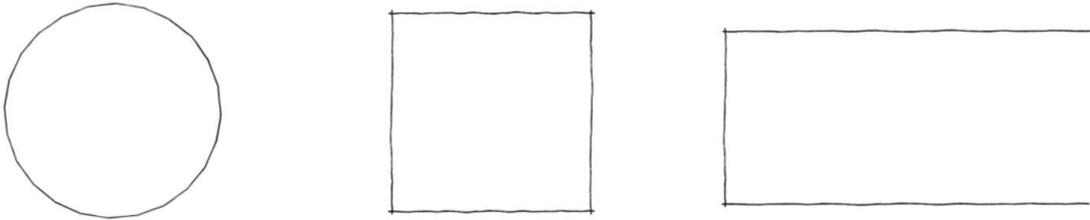
Foto 121. Torre de enfriamiento



Foto 122. Separador de Humedad

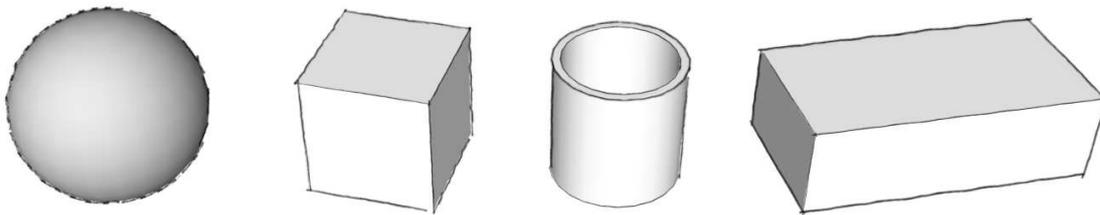
Figuras Geométricas

Si analizamos la morfología de los elementos podemos extraer tres figuras básicas, el círculo, el cuadrado y el rectángulo.



Volúmenes geométricos

Si extraemos las formas geométricas de los elementos tenemos: la esfera, el cubo, el cilindro y el prisma; todos ellos se observan en la volumetría, para

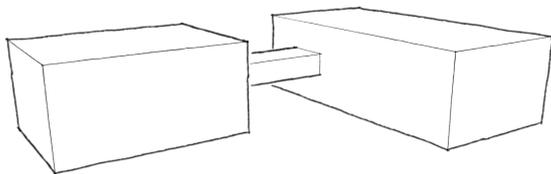
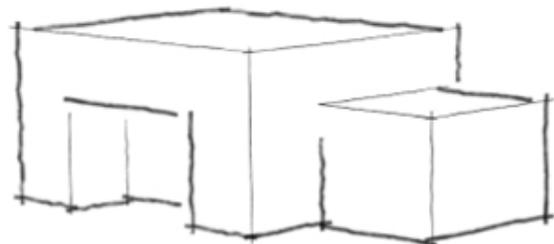
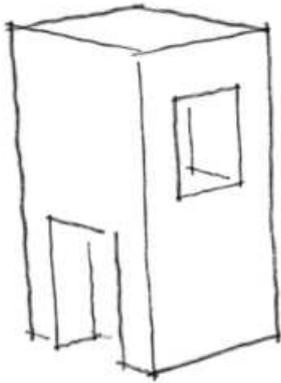
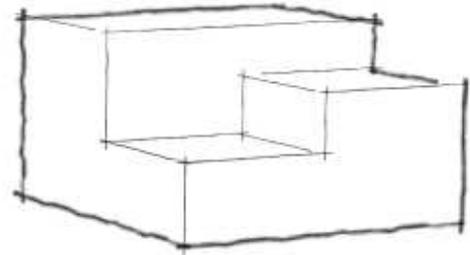
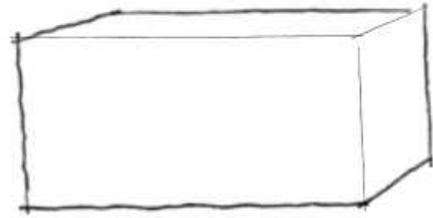


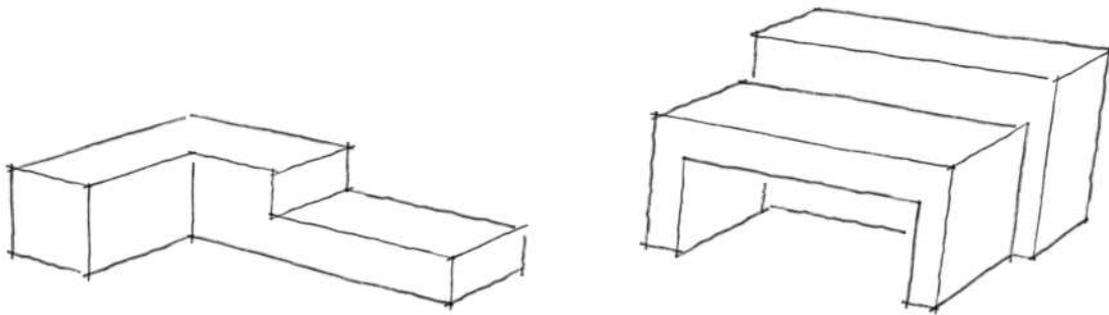
propósitos del diseño geotérmico podemos retomar una forma y descomponerla o combinarla, pero que a la vez su concepción tenga un significado proveniente del análisis formal. Es así que la arquitectura geotérmica se rige por el principio de la conceptualización generando una etapa de diseño análogo.

La descomposición o deformación de figuras geométricas se hace mediante la adición y sustracción a la volumetría. Esto se hace con el objeto de mostrar como el principio de conceptualización de un elemento geotérmico industrial es retomado y representado en la concepción formal de la arquitectura y es el arquitecto quien tiene la capacidad de crear esa abstracción y combinarla con otros principios a fin de darle el carácter al edificio.

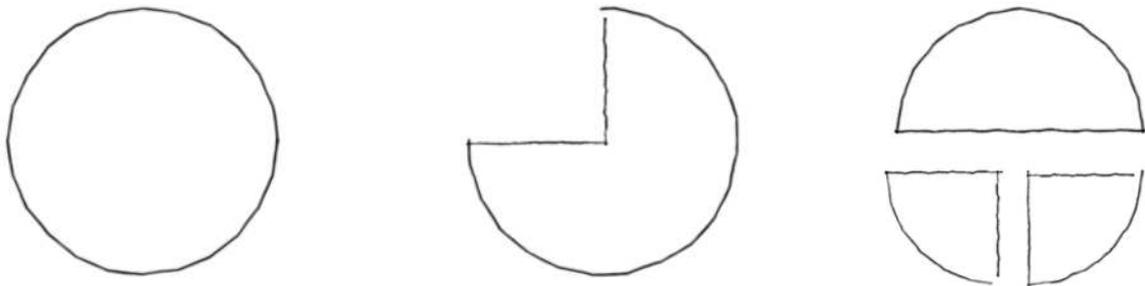
Obsérvese como un cubo puede ser descompuesto creando diversidad de formas que bien pueden utilizarse en el diseño formal de la arquitectura.

Si además de la adición utilizamos el principio de proyectación de la composición, entonces tenemos un conjunto de elementos que conforman una distribución espacial y que puede aplicarse a un diseño

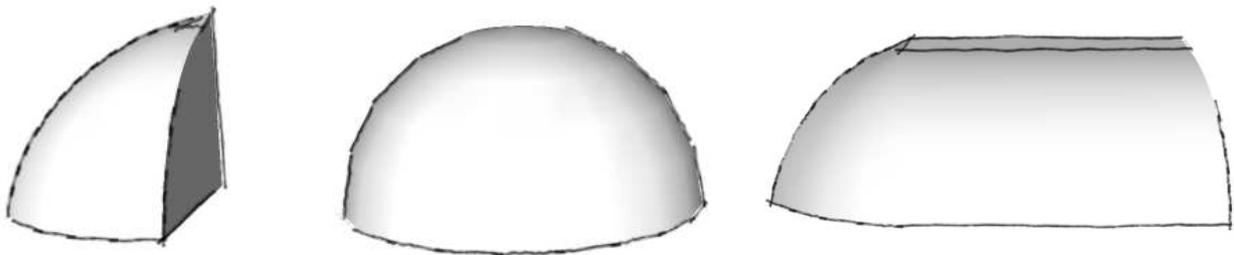




La descomposición del círculo puede tener varias formas de aplicación en arquitectura, sobre todo en el diseño en planta.

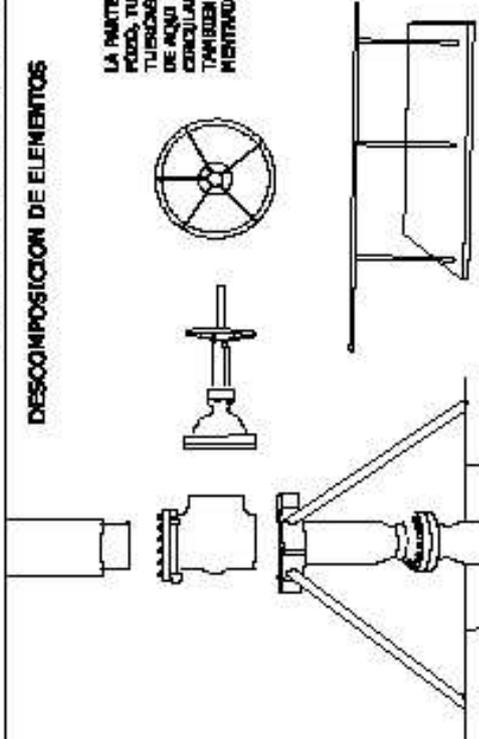
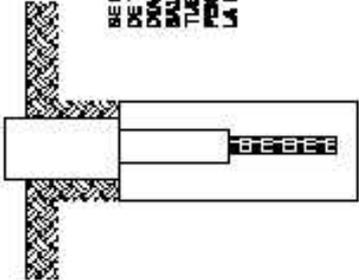


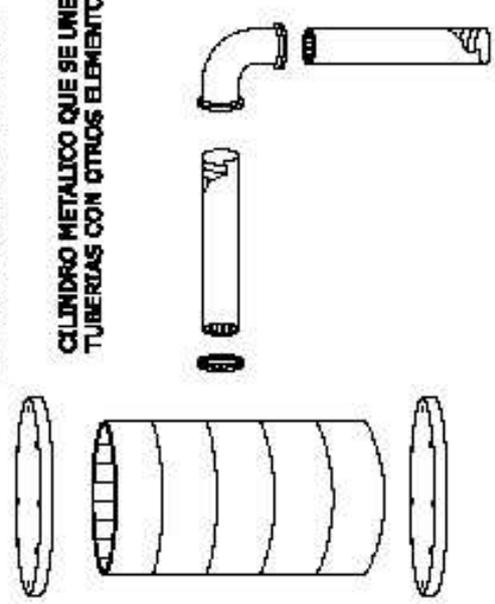
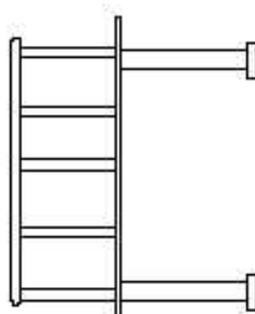
Deformación de la esfera

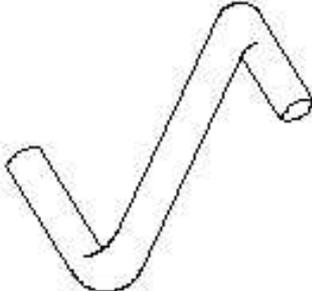
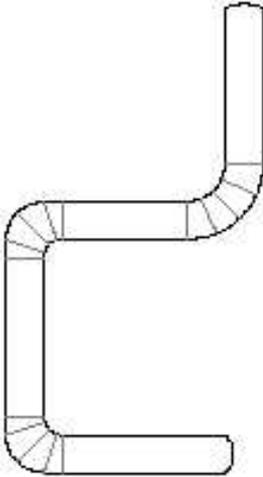
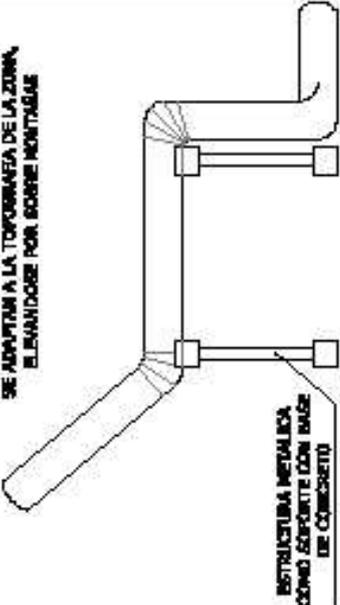


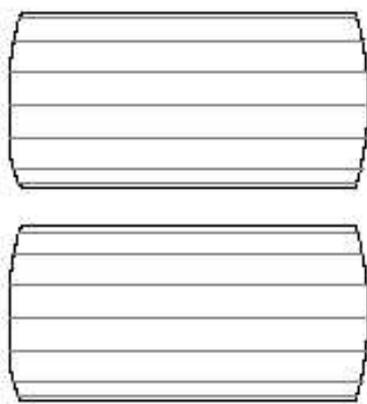
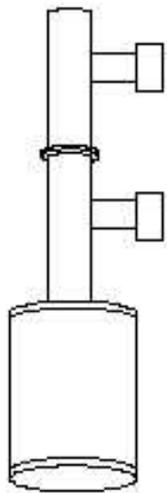
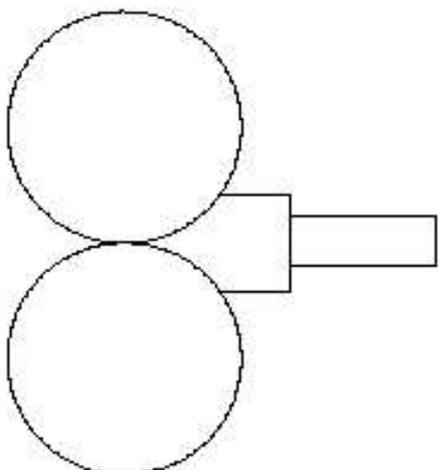
4.2.2 FICHAS DE ANALISIS

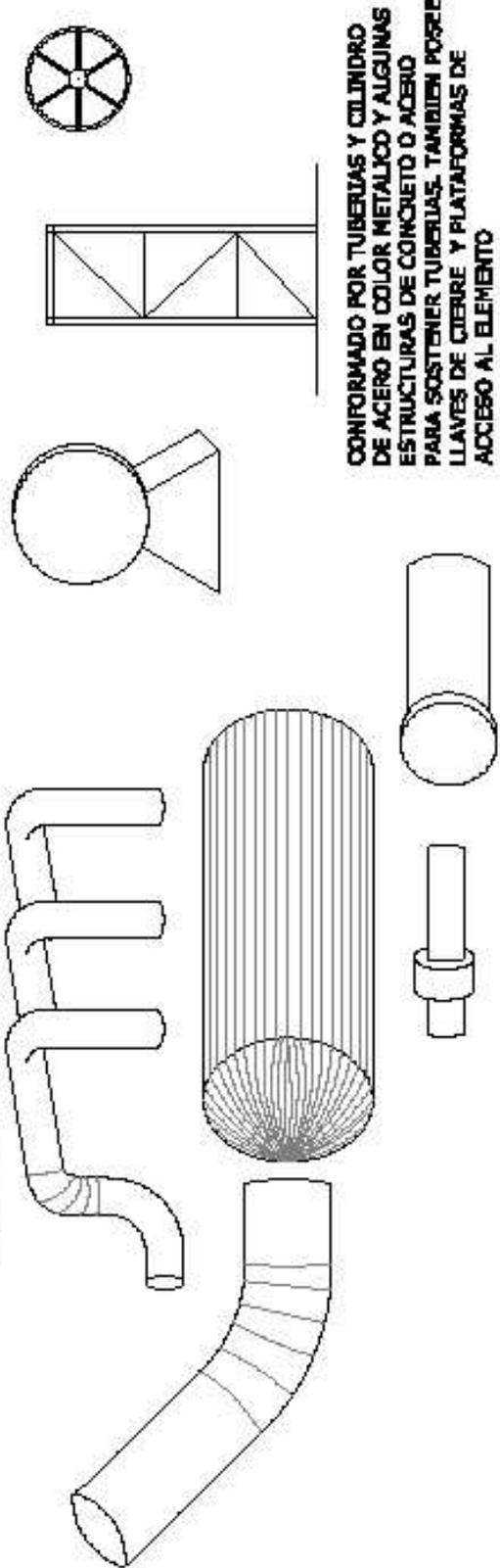
El análisis morfológico de los elementos geotérmicos se realiza para mostrar la descomposición de los mismos, en formas, colores, texturas, etc. Con el fin de aplicarlas al diseño arquitectónico o de elementos urbanos, retomando partes o características de dicho elemento.

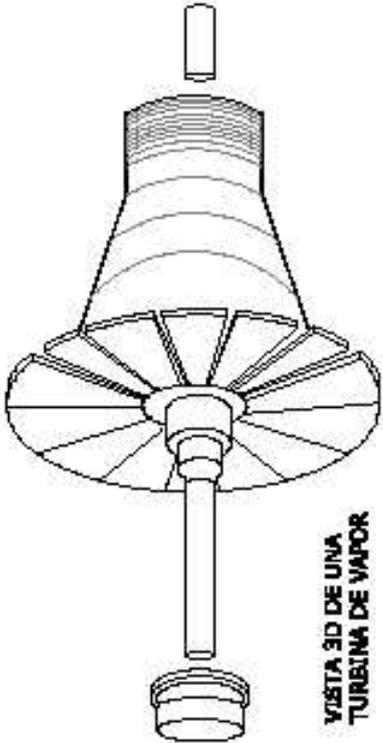
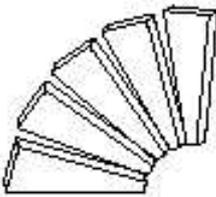
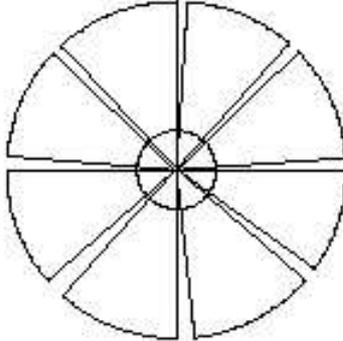
ELEMENTO: POZO PRODUCTOR	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO REVESTIDAS CON CAPAS DE CILICATO DE CALCIO Y LAMINA GALVANIZADA</p> <p>COLORES</p>  <p>TEXTURAS TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO REVESTIDAS CON CAPAS DE CILICATO DE CALCIO Y LAMINA GALVANIZADA</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p>  <p>LA PARTE EXTERNA DE LA CABEZA DEL POZO, TUBERIAS, LLAVES DE CUERRE Y TUBERIAS DE AGUA LAS FORMAS GEOMETRICAS CIRCULARES Y CILINDRICAS. TAMBIEN VEROS ELEMENTOS COMO PLANTONAS COMO PLANTONAS</p> <p>PARTE SUPERIOR DEL POZO</p>	 <p>DE COMPONE DE UNA BERGE DE TUBERIAS DE DISTINTOS DIAMETROS A MEDIDA QUE BAJA, CULMINADO CON UN TUBO BARRILADO POR DONDE PERICITA EL VAPOR Y SUBE A LA PARTE EXTERNA DEL POZO</p> <p>PARTE SUBTERRANEA DEL POZO</p>

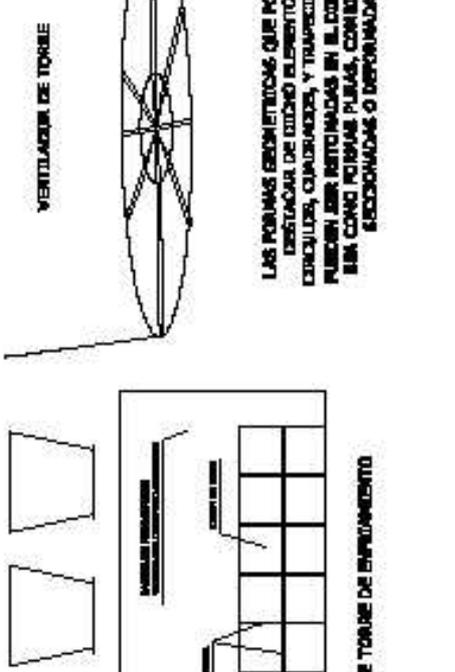
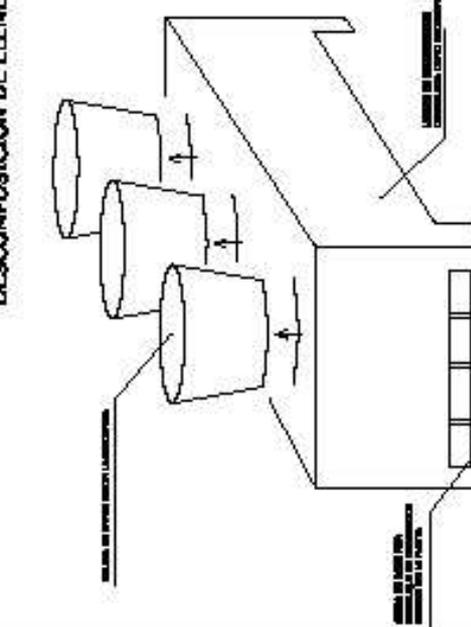
ELEMENTO: SEPARADOR CICLONICO	DESCRIPCION
<p>MATERIAL</p> <p>Cilindro y tuberías de acero al carbono</p> <p>COLORES</p> <p>  </p> <p>TEXTURAS</p> <p>Lamina lisa</p>	<p>ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS</p> <p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p> <p>CILINDRO METALICO QUE SE UNE POR TUBERIAS CON OTROS ELEMENTOS</p>  <p>ESTRUCTURAS METALICAS ADOSSADAS PARA FACILITAR EL ACCESO AL ELEMENTO PARA OBRAS DE MANTENIMIENTO</p> 

ELEMENTO: TUBERIAS DE VAPOR	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO REVESTIDAS CON CAPAS DE CLORATO DE CALCIO Y LAMINA GALVANIZADA</p> <p>COLORES  </p> <p>TEXTURAS MALLA PARA INVERNADERO</p> <p>ACABADO PINTURA COLOR VERDE</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p style="text-align: center;">DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="954 1536 1018 1895"> <p>SON ESTRUCTURAS DE GRANES DIAMETROS PERO REALMENTE SE CONTROLAN DE VARIAS MANERAS PARA ADELANTAR EL CALOR</p>  </div> <div data-bbox="954 936 1241 1413">  <p>LAS TUBERIAS PASAN SOBRE LAS CALLES EN FORMA DE ARCO ASISTIDAS POR ESTRUCTURAS METALICAS</p> </div> <div data-bbox="954 286 1294 891">  <p>SE ADAPTAN A LA TOPOGRAFIA DE LA ZONA ELEVANDOSE POR SOBRE MONTAÑAS</p> <p>ESTRUCTURA METALICA COMO SOPORTE CON BASE DE CONCRETO</p> </div> </div>	

ELEMENTO: SILENCIADOR ATMOSFERICO	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL CILINDROS DE CONCRETO ABIERTOS EN SU PARTE SUPERIOR, PUEDEN SER METALICOS TAMBIEN PUEDE VARIAR SU FORMA DE CILINDRO AL CUADRADO</p> <p>COLORES COLOR NATURAL DEL CEMENTO O PINTURA COLOR BLANCO</p> <p>TEXTURAS CONCRETO AFINADO</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p>VOLUMETRIA</p> 	<p>ELEMENTO DE CONEXION ENTRE SILINDROS Y POZO PRODUCTOR, FORMADO POR TUBERIAS QUE CONDUCE EL VAPORES.</p>   <p>VISTA EN PLANTA DE SILENCIADOR</p>

ELEMENTO: COLECTOR DE VAPOR	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL CILINDRO CERRADO DE ACERO Y TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO</p> <p>COLORES </p> <p>TEXTURAS</p> <p>ACABADO</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p>  <p>CONFORMADO POR TUBERIAS Y CILINDRO DE ACERO EN COLOR METALICO Y ALGUNAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO O ACERO PARA SOSTENER TUBERIAS. TAMBIEN POREE LLAVES DE CIERRE Y PLATAFORMAS DE ACCESO AL ELEMENTO</p>	

ELEMENTO: TURBINA	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL METAL Y ACERO</p> <p>COLORES COLOR METALICO DE MATERIAL VISTO</p> <p>TEXTURAS ALABES LISOS</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p style="text-align: center;">DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p>  <p style="text-align: right;">VISTA 3D DE UNA TURBINA DE VAPOR</p>	 <p>ALABES DE LA TURBINA ESTAS PIEZAS SE HAN UTILIZADO EN ESCALES DE EDIFICIO COMO Peldaños</p>  <p>FIGURA PLANIMETRICA DE LA TURBINA Y SUS ALABES, ESTA PUEDE SER IMPLEMENTADA EN DISEÑOS RADIALES, SEAN URBANOS O ARQUITECTONICOS, COMO UNA TRAMA</p>

ELEMENTO: TORRE DE ENFRIAMIENTO	DESCRIPCION
	<p>MATERIAL</p> <p>ESTRUCTURA INTERNA DE MADERA, AL EXTERIOR SE ENCUENTRA RECUBIERTA CON LAMINAS DE FIBROCEMENTO ONDULADO</p> <p>COLORES</p>  <p>TEXTURAS</p> <p>LAMINA ONDULADA</p>
ANALISIS MORFOLOGICO DE LOS ELEMENTOS	
<p>DESCOMPOSICION DE ELEMENTOS</p> 	 <p>VENTILADOR DE TORRE</p>  <p>LAS FORMAS GEOMETRICAS QUE PODRIAN REPRESENTAR DE ESTE ELEMENTO SON CIRCULOS, CUADRADOS, Y TRIANGULOS. ESTAS PUEDEN SER RECOMBINADAS EN EL COMPLEJO, YA SEA COMO FORMAS PURAS, COMBINADAS, SECCIONADAS O DEFORMADAS.</p> <p>ENCHUFA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO</p> 

4.3 LINEAMIENTOS DE DISEÑO

Los lineamientos de diseño se plantean a partir de los principios y son de carácter general, con el objetivo que puedan ser aplicados a futuro en cualquier obra de la arquitectura geotérmica. Debemos aclarar que al hablar de arquitectura en LaGeo, no solo nos limitamos a edificios y espacios cerrados, sino también a ordenamiento y planificación urbana, en este caso de los campos geotérmicos. Partiendo de esta idea podemos plantear lineamientos enfocados a obras urbanas, pero que reflejen la aplicación de los principios de diseño.

A continuación se plantean lineamientos generales de diseño partiendo de un principio existente.

Principio: Respeto y armonía con el medio ambiente

- Preservar el medio ambiente en las áreas naturales donde se emplazan los campos geotérmicos mediante el uso de materiales y procesos constructivos ecológicos, tratando de minimizar el impacto ambiental en el paisaje natural.
- Utilización de materiales de origen natural y de la zona circundante, ecológicos y nuevas tecnologías enfocadas a optimizar la integración con el medio ambiente.
- Analizar las zonas de emplazamiento de los campos, con el fin de estudiar las características físicas, arquitectónicas y culturales de las ciudades o pueblos cercanos. Y así diseñar en armonía con el paisaje cultural, tratando de rescatar y preservar las topologías vernáculas locales.
- Incluir obras verdes en el diseño de cada proyecto, representando el compromiso ambiental de LaGeo.
- Representar el principio mediante el uso de colores verdes, específicamente los utilizados en el logo de la empresa.
- Considerar nuevos materiales y productos que ofrece el mercado que sean favorables al medio ambiente para toda edificación.

Principio: Conceptualización arquitectónica

- El diseño debe basarse en algún elemento que intervenga en el proceso geotérmico, retomando partes y logrando la abstracción de dicho elemento y que se vea reflejado en el diseño.
- Diseño análogo puede basarse no solo en elementos industriales, sino también en elementos de la naturaleza, pues la geotermia es un recurso natural y partiendo de eso podemos aprovechar elementos naturales como la tierra, las piedras, el agua, etc.
- Analizar y desglosar las formas geométricas y volumétricas de maquinaria o estructuras para ser utilizadas en el diseño formal o su distribución en conjunto.

Principio: Transparencia

- Fomentar la transparencia de los procesos dentro de la empresa, mediante el uso de superficies que permitan esto, podrán utilizarse los materiales tradicionales como vidrio o nuevas alternativas.
- Diseño de planta libre donde el espacio interior no se cierre en su totalidad.
- Crear espacios abiertos que integren la naturaleza exterior con el interior y que a la vez propicie la convivencia y comunicación entre los usuarios.
- Interiorización y exteriorización del espacio.

Principio: Estructuras vistas

- Mantener algunas estructuras vistas que recuerdan la tipología industrial de las plantas geotérmicas.
- En caso de utilizar las estructuras vistas resaltarlas mediante el uso de colores o integrarlas al diseño combinándolas con otros materiales.

4.3.1 OBRAS EXISTENTES

A continuación se presentará una recopilación de las obras arquitectónicas existentes dentro de LaGeo, ejemplo de aplicación de los principios de diseño de la empresa; estas han sido analizadas en cuanto a su diseño, son explicadas respecto al significado que simbolizan y se presentan mediante fichas de análisis por elemento.

EDIFICIO TECNICO-ADMINISTRATIVO

En el podemos ver ejemplificados los principios de la arquitectura implementada por LaGeo, mediante el uso de analogías en el diseño formal, la transparencia en grandes superficies vidriadas, estructuras vistas al interior y el uso de colores representativos de la empresa.



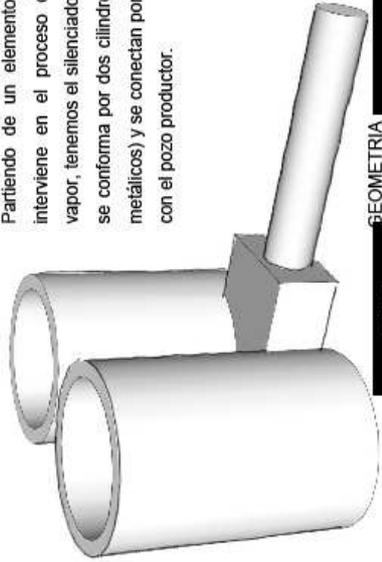
El conjunto representa un silenciador atmosférico conectado hacia una plataforma de pozo, siendo el edificio principal los cilindros de concreto y el detalle de acceso representa la tubería que conecta con el pozo.



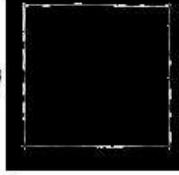
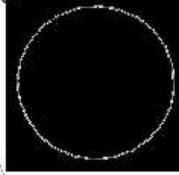
Vista en perspectiva de oficinas centrales de LaGeo.

VOLUMETRIA

Partiendo de un elemento geotérmico que interviene en el proceso de extracción de vapor, tenemos el silenciador atmosférico que se conforma por dos cilindros de concreto (o metálicos) y se conectan por medio de tubería con el pozo productor.



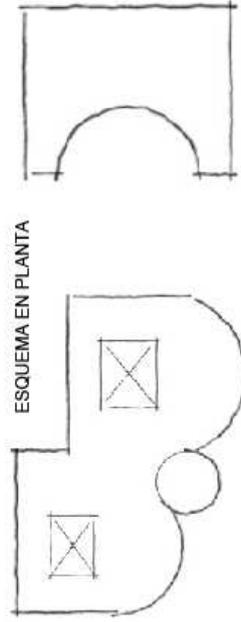
GEOMETRIA



De la volumetría del elemento podemos extraer la forma circular que predomina, aunque también se tiene el cuadrado en la conexión de la tubería.

Para el diseño en planta se fusionaron las formas dando como resultado la planta que asemeja los cilindros del silenciador y si lo vemos en conjunto tenemos la composición de círculos y cuadrados con adición y sustracción.

ESQUEMA EN PLANTA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



OBRAS EXISTENTES

EDIFICIO TECNICO ADMINISTRATIVO

CONTENIDO:
ANALISIS DE CONJUNTO

HOJA:
01

DETALLE DE ESCALERAS

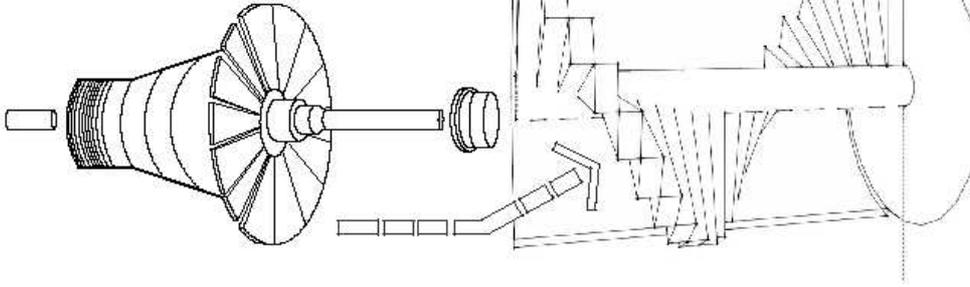
Detalle de las escaleras en edificio de oficinas centrales, el cual fue conceptualizado de los alabes de la turbina, basándose en ellos podemos ver que estos giran al rededor de un eje central al igual que los peldaños de la escalera giran alrededor de una columna (eje central)



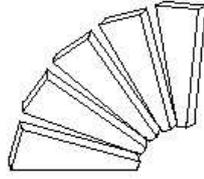
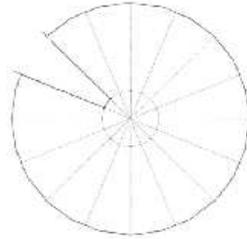
EJE CENTRAL DE ESCALERAS

Aunque se implemente la forma de un elemento geotérmico, no necesariamente se utilizan los mismos materiales, en este caso tenemos una escalera helicoidal de piedra, envuelto por una superficie vidriada, pasamanos de aceros y planta circular.

ESQUEMA DE TURBINA

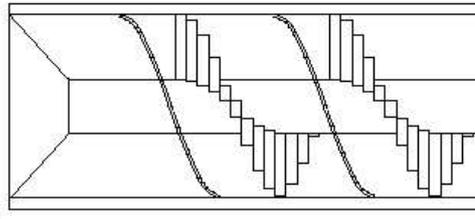


GEOMETRÍA



Analizando las formas de la turbina, extraemos el círculo y el segmento de círculo como figura geométrica aplicada en un detalle arquitectónico.

En este caso se retomó la forma de los alabes, utilizando en las huellas de la escalera, además el elemento completo representa la forma de una turbina, como se aprecia en la elevación.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



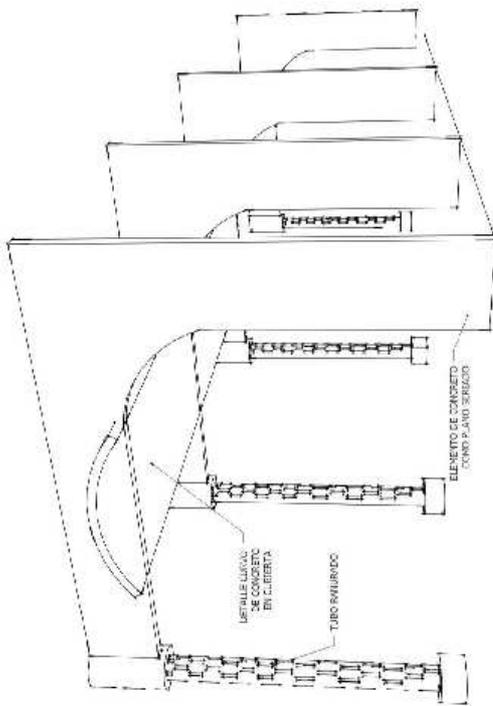
OBRAS EXISTENTES
EDIFICIO TECNICO ADMINISTRATIVO

CONTENIDO:
ANALISIS ESCALERAS

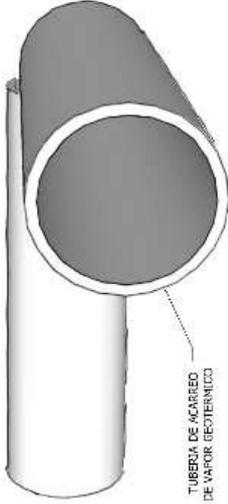
HOJA:
02

ELEMENTO DE ACCESO

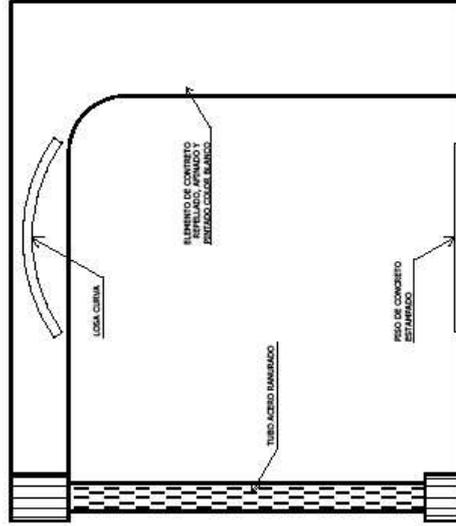
En el detalle se aplica el principio de la conceptualización, simboliza una tubería de conducción de vapor, que conecta con el edificio administrativo, también utiliza tubería ranurada en columnas.



Con esta disposición y las curvas de los planos da la sensación de estar dentro de un túnel o tubería. El detalle de acceso nos dirige hacia el interior del edificio. Los planos seriados crean la sensación de continuidad y a la vez generan un juego de luz y sombra.



Si analizamos las tuberías de conducción de vapor vemos que las formas son simples, se compone por cilindros de acero al carbono con revestimiento de lámina galvanizada en acabado natural o malta con pintura color verde. Queda claro que el diseño análogo que se basa en las tuberías, no necesita crear una copia exacta, sino conceptualizar la idea y abstraerla para ser aplicada en la arquitectura, no es necesario usar los mismos materiales ni colores.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

OBRAS EXISTENTES
EDIFICIO TECNICO ADMINISTRATIVO

CONTENIDO:
DETALLE DE VAPOR

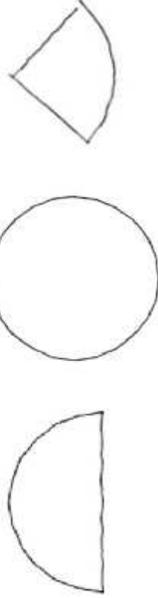
HOLA:
03

AUDITORIUM

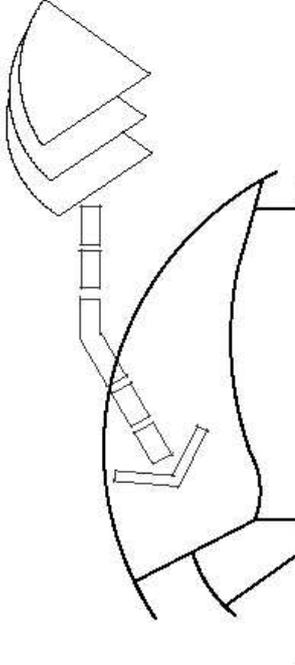
Otro ejemplo más del diseño análogo que caracteriza la arquitectura de LaGeo es el auditorio cuya forma corresponde al isotipo de la empresa inventido.



GEOMETRIA



Analizando las formas que conforman el isotipo tenemos: el círculo y el segmento de círculo, y si observamos la fachada principal del edificio vemos la utilización del semi círculo



El diseño además de basarse en la analogía del logo, se integra en el conjunto mediante el uso del color y materiales.



En el esquema se observa como al invertir el logotipo se tienen los planos cuya forma se ve reflejada en el perfil del edificio



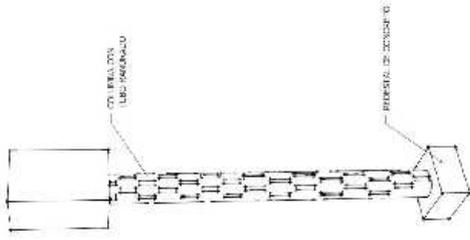
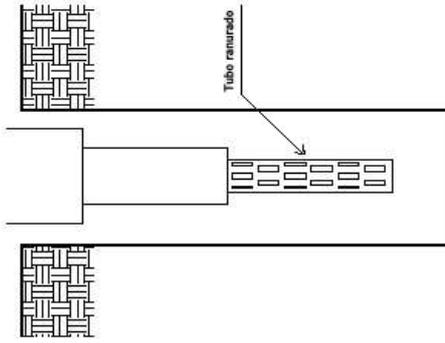
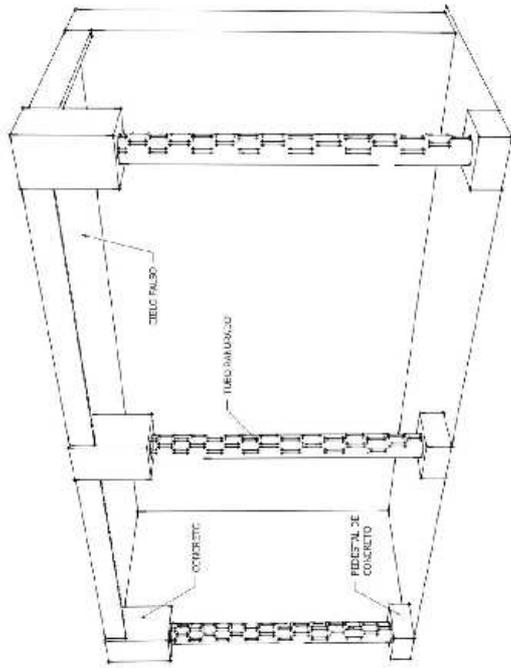
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

OBRAS EXISTENTES
EDIFICIO TECNICO ADMINISTRATIVO

CONTENIDO:
ANÁLISIS DE PLANOS

HOJA:
04

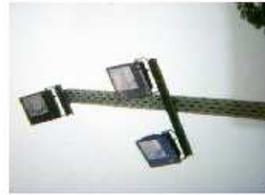
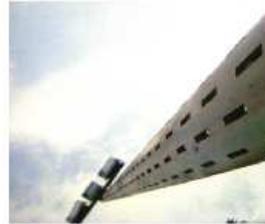
Las columnas de edificio dentro de la Central Geotérmica de Berlín, el cual fue retomado del proceso de extracción de vapor mediante la parte subterránea de un pozo productor, el cual en su último tramo se utiliza un tubo ranurado, mismo que se a utilizado como detalle arquitectónico en las columnas.



Esquema de la perforación de un pozo donde muestra como la tubería de diferentes diámetros penetra la tierra hasta el reservorio donde el último tramo corresponde a un tubo ranurado por el cual entra el vapor y sube a la superficie

Grafico de la columna que se basa en la conceptualización del pozo geotérmico, representa un ejemplo de cómo se puede retomar solo una parte del elemento.

Este detalle de tubo es el más utilizado en las edificaciones, tanto en columnas de edificios, como estructura en jaulas de recintos animales, detalle de ducha en Parque Geo-Ambiental, luminarias en edificio administrativo, etc.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



OBRAS EXISTENTES
CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN

CONTENIDO:
COLUMNAS

HOJA:
06

4.4 APLICACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS

FICHAS DE PROPUESTAS PARA APLICACIÓN DE PRINCIPIOS

A continuación se presentará una serie de propuestas de diferentes elementos urbano-arquitectónicos aplicando los lineamientos de diseño planteados anteriormente. Representa solo una muestra de cómo al regirse por los principios y lineamientos estipulados podemos diseñar obras que proyecten la visión arquitectónica de LaGeo.

CONTENIDO DE FICHAS

A) ELEMENTOS ARQUITECTONICOS

A-1 PAREDES

A-2 DIVISIONES

B) CIRCULACIONES PEATONALES

B-1 CAMINOS Y SENDEROS

B-2 ELEMENTOS DE CONEXIÓN

B-3 PASARELA

B-4 BARANDALES

B-4A BARANDALES

B-5 BARREAS DE TRANSITO

C) CIRCULACIONES VEHICULARES

C-1 CALLES Y CAMINOS

C-1A PLANO DE VIALIDAD

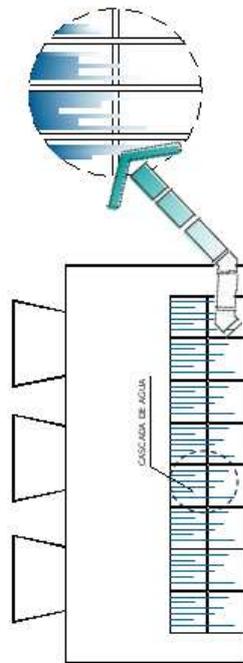
C-2 ESTACIONAMIENTOS

D) EQUIPAMIENTO URBANO

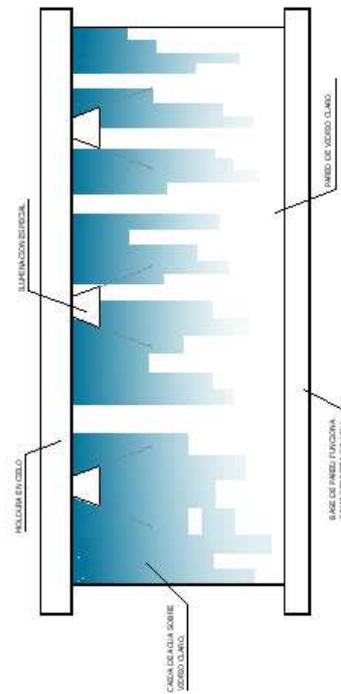
D-1 FUENTES

D-2 PLAZAS

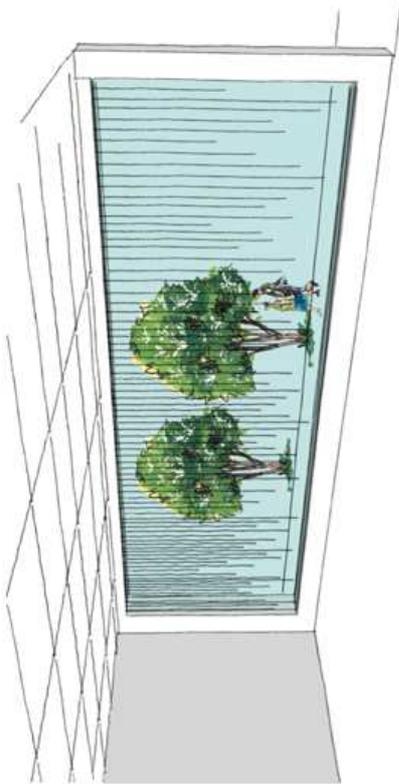
Se aplica en el principio de la conceptualización, pero a la vez combina la transparencia. Basado en las torres de enfriamiento y retomando el elemento agua diseñamos una propuesta de detalle arquitectónico que combina ambos principios y que puede ser utilizado en edificaciones o espacios abiertos como plazas, terrazas o accesos. La torre de enfriamiento es el elemento que se encarga de enfriar el agua caliente mediante un sistema de cascada que la hace caer desde una altura de 17mts. y se complementa con ventiladores mecánicos en el techo.



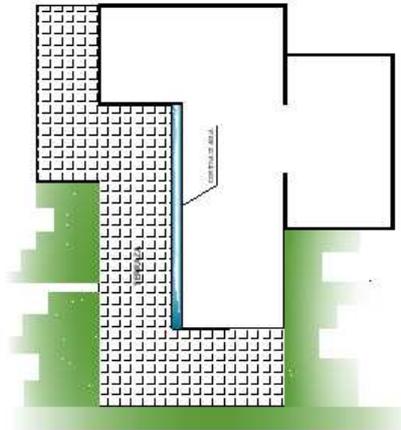
Si aplicamos el concepto de caída de agua y lo utilizamos como detalle podría funcionar como cortina de agua o pared húmeda, dividiendo el espacio o simplemente como elemento decorativo.



El detalle propuesto es una pared de agua que separe el espacio interior del exterior, pero que permita la visibilidad a través del agua. Puede ser de caída libre o sobre cortina de vidrio.



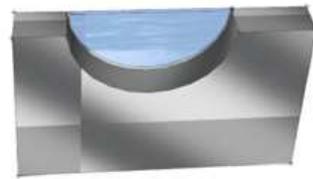
Entre las virtudes que nos ofrece es la sensación de frescura y relajación que provoca el sonido, además del atractivo visual que representa.



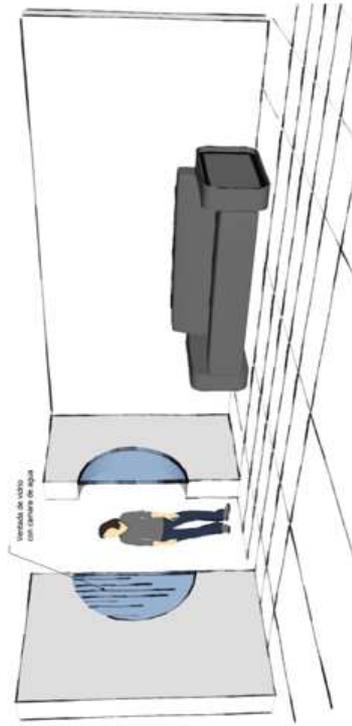
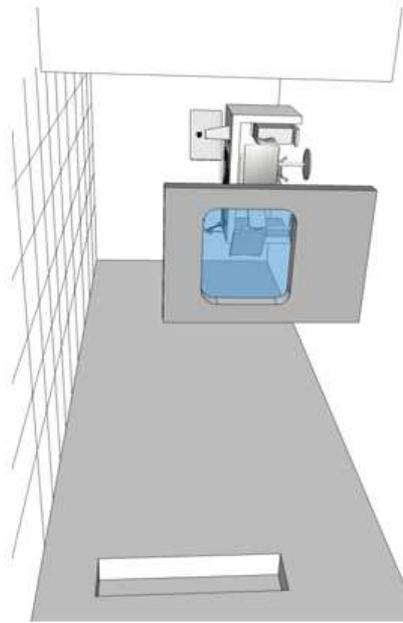
El elemento agua aplicado en la arquitectura geotérmica tiene un significado y mas allá de su atractivo, pues el agua como recurso natural esta ligado al proceso geotérmico. Además unas de las características que posee, es la transparencia cualidad que podemos explotar al utilizarla como separador de espacios.

Utilizando el elemento agua se proponen ventanas de agua para separar espacios interiores. Consiste en una ventana de doble vidrio con cámara interna de agua, instalada en divisiones interiores que separan el espacio pero sin necesidad de cerrarlo por completo.

Con esto se aplica el principio de la transparencia y a la vez se juega con el elemento agua.



Una de las ventajas que ofrece son las formas con que podemos jugar, así tenemos desde la tradicional ventana rectangular hasta la creación de figuras como semicírculo



La aplicación nos permite crear espacios en armonía con la naturaleza, al tener presente el agua en el diseño, no solo tiene un significado, sino también genera una sensación agradable.

Utilizado para sub

dividir

 un espacio, como una oficina, una sala de juntas, una sala de estar, un pasillo, etc.

Como se muestra en los esquemas, podemos generar dos o más ambientes diferentes sin la sensación de encierro que normalmente se crea en oficinas.



Además de funcionar como división de también puede ser un elemento decorativo en ambientes interiores, tal como se muestra en la imagen (derecha).

Nota: La disponibilidad de esta aplicación puede ser limitada en el mercado nacional actualmente.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



ITEM: PAREDES

ESPACIO: INTERIOR

DIVISIONES

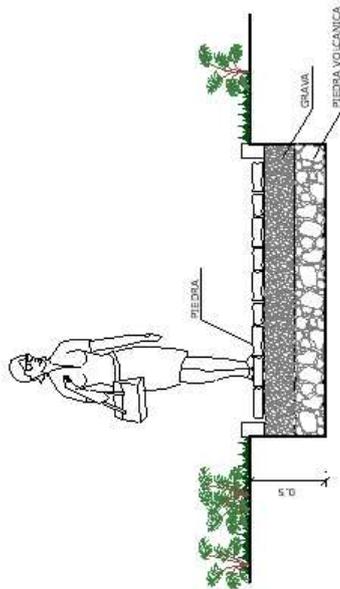
CONTENIDO:

VENTANAS DE AGUA

FOLIO:

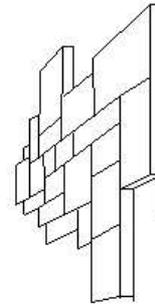
A-2

Partiendo del principio de respeto y armonía con el medio ambiente, tenemos el lineamiento que nos sugiere preservar el medio ambiente en las áreas naturales donde se emplazan los campos geométricos mediante el uso de materiales ecológicos, minimizando el impacto ambiental en el paisaje natural. (Ver ficha C-1A, muestra los senderos dentro del campo)



El perfil muestra el sistema constructivo de los senderos tipo romano que se proponen para la definición del camino y un buen drenaje del agua, evitando el estancamiento que actualmente se produce. Se debe dejar una zona de protección donde sembrar vegetación u árboles que eviten la erosión de la tierra y obstrucción del camino.

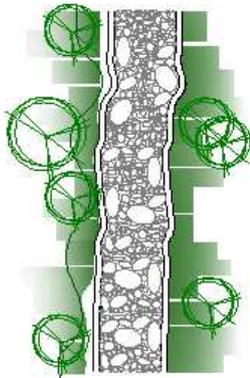
Baldosa de concreto de alto tránsito



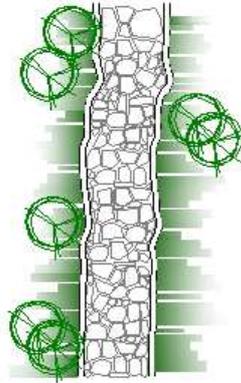
Nota: Los caminos y aceras dentro de la planta deberán considerar otros materiales que brinden mayor resistencia, esto puede ser concreto, baldosa de alto tránsito, etc.

Sendero con piedra de río

Una opción ecológica serían los senderos en piedra con un sistema constructivo tipo romano que permita un mejor drenaje de las aguas lluvias



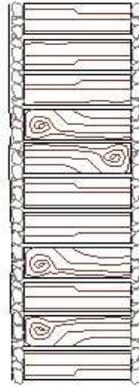
Piedra laja como material de recubrimiento se recomienda para áreas exteriores techadas y no en senderos al aire libre.



Opción viable siendo que en la zona se cuenta con el recurso piedra laja.

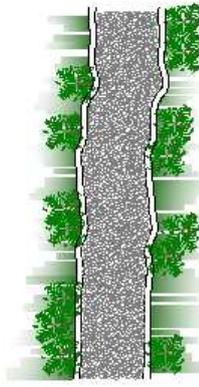
Senderos de madera.

Construidos con tabloncillos de madera reciclado o de árboles caídos en la zona, son una opción natural, pueden ser en áreas techadas o al aire libre



Sendero de Grava

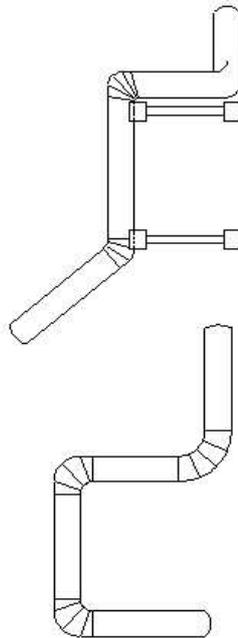
Es una de las opciones más sencillas, que no requieren gran inversión ni mano de obra calificada.



ELEMENTO DE CONEXION

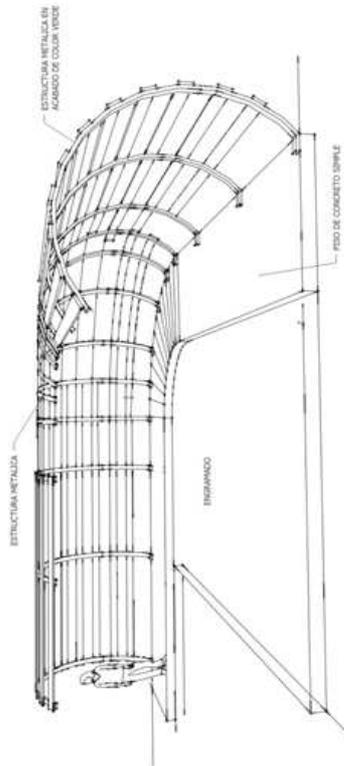
Dicha propuesta aplica el principio de la conceptualización arquitectónica y en su diseño se parte de las tuberías de conducción de vapor.

Al analizar este elemento tenemos que sirven de conexión y como su nombre lo dice son conductores; esto podría aplicarse como la conexión entre edificios o conducción de personas por determinado camino hacia un punto específico.

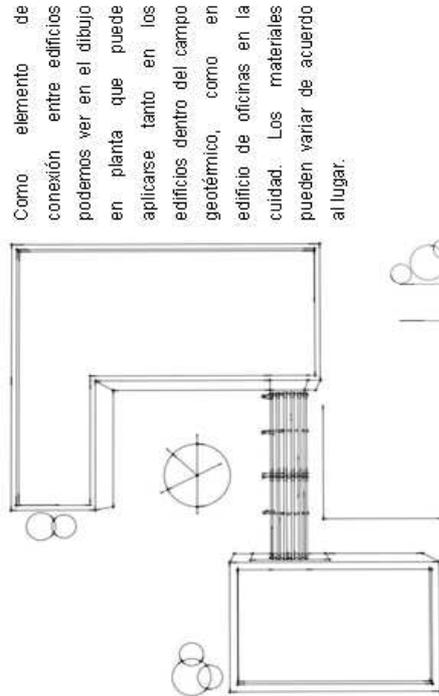


Podemos crear variaciones de aplicación como pasillos exteriores; pasarelas de interconexión entre edificios, elementos de acceso, etc.

Como pasillo exterior y de acceso a edificio, tenemos la propuesta de una estructura metálica fija como esqueleto en color verde tradicional de LaGeo, con recubrimiento de materiales variables con el fin de proteger del asoleamiento, pero sin cerrar el espacio de circulación.



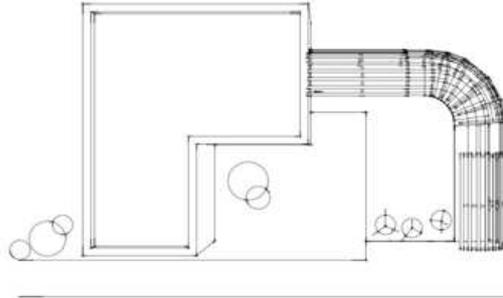
En planta el elemento puede ser lineal, curvo o en ángulo, tal como se muestran las tuberías en los campos geotérmicos.



Como elemento de conexión entre edificios podemos ver en el dibujo en planta que puede aplicarse tanto en los edificios dentro del campo geotérmico, como en edificio de oficinas en la ciudad. Los materiales pueden variar de acuerdo al lugar.

También funciona como elemento de acceso hacia edificaciones, pues tiene la función de guiar a las pasarelas hacia el interior.

El concepto de tuberías como pasillos exteriores nos ofrece una variedad de formas, pues solo basta observar las tuberías en los campos y como se adaptan a la topografía para conectarse entre si.



LaGeo

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

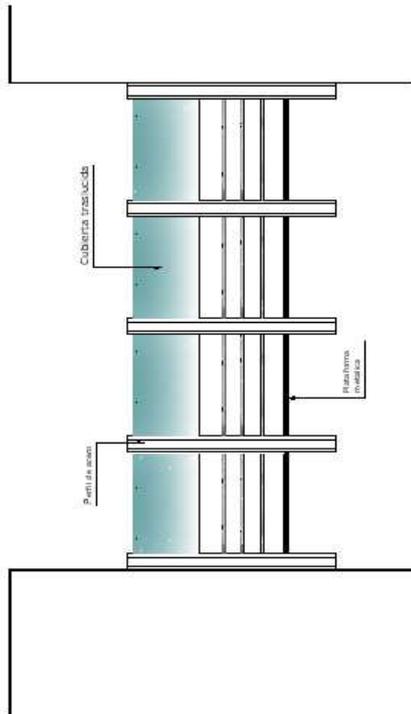
ITEM: CIRCULACIONES PEATONALES

ESPACIO: EXTERIOR

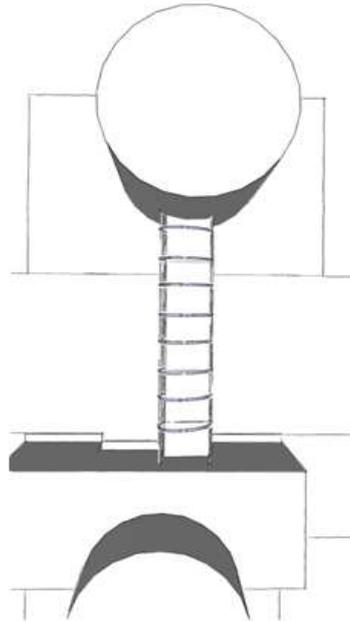
ELEMENTO DE CONEXION

CONTENIDO:
ELEMENTO DE CONEXION

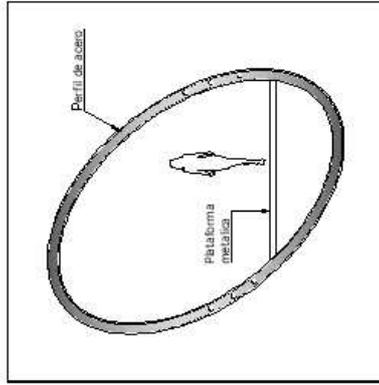
HOJA:
B-2



La pasarela como conexión entre edificios es una opción a futuro pues permite el tránsito peatonal sin interferir con el tránsito vehicular o simplemente facilitar la accesibilidad entre los espacios de edificios distintos



Una posible aplicación de uso sería conectar el edificio administrativo con el área de producción dentro de la planta geotérmica.

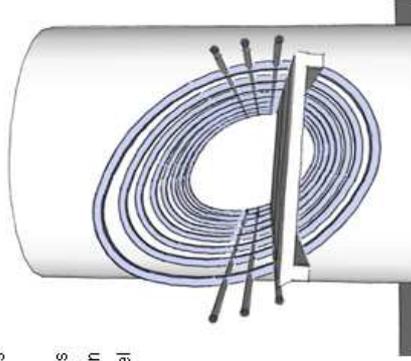


La propuesta de diseño se basa en el principio de la conceptualización arquitectónica que toma las tuberías como base del diseño y lo refleja en un elemento de la arquitectura.

Partiendo de la forma circular de las tuberías y el uso de transportar y conectar elementos, deformamos la figura y obtenemos el ovalo formado por una serie de perfiles curvos ensamblando y unidos por vigas de acero.

Aunque la idea puede parecer muy arriesgada representa una opción más de cómo abstraer formas y conceptos de los elementos geotérmicos.

La imagen abajo ejemplifica como las tuberías pasan sobre la calle de forma que no interfieren con el tránsito y cumplen con su función de transportar el vapor.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



ITEM: CIRCULACIONES PEATONALES

ESPACIO: EXTERIOR

CIRCULACIONES

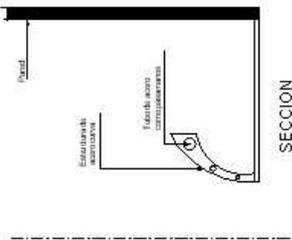
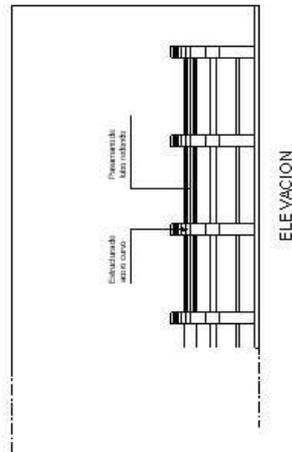
CONTENIDO:

PASARELA

HOJA:

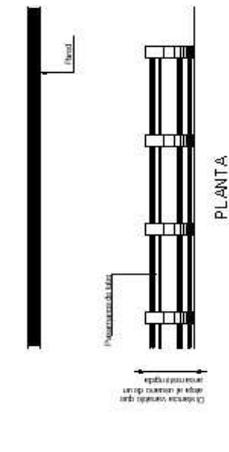
B-3

Clasificado como elemento de seguridad hacia el usuario tenemos los barandales, los cuales pueden variar de acuerdo al área de uso, es así que podemos proponer diseños que puedan ser utilizados en interiores o exteriores.



ELEVACION

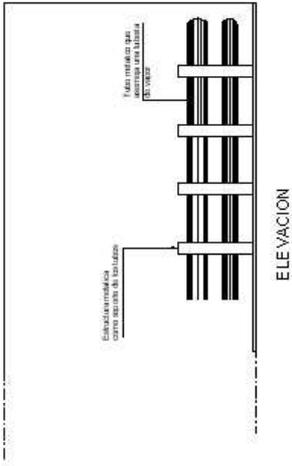
SECCION



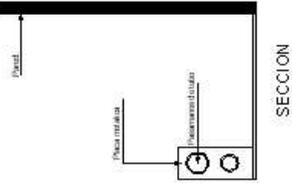
PLANTA



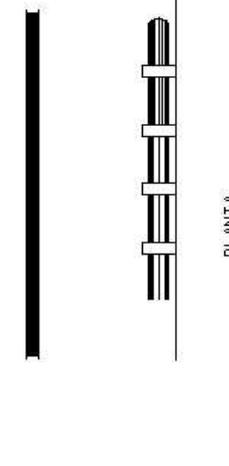
PERSPECTIVA



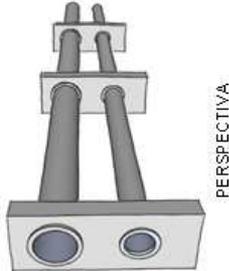
ELEVACION



SECCION



PLANTA



PERSPECTIVA

La propuesta "A" muestra una estructura curva de acero, su forma parte de una pieza industrial. Su diseño curvo requiere de mas espacio por lo que no puede ser utilizada en pasillos estrechos; y los materiales pueden variarse a criterio del constructor.

En la vista de perfil se observa como la curvatura del barandal genera una restricción de espacio al usuario, pues interpone una distancia entre las personas que circular y el área de peligro.

Como se muestra en la imagen el concepto de diseño de la propuesta esta basado en las tuberías que atraviesan el campo y las estructuras que las sostienen.



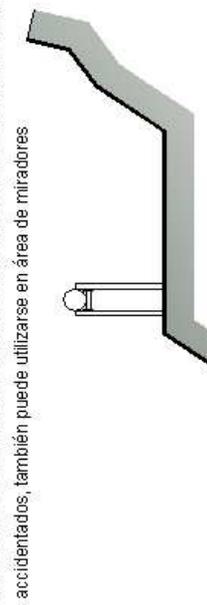
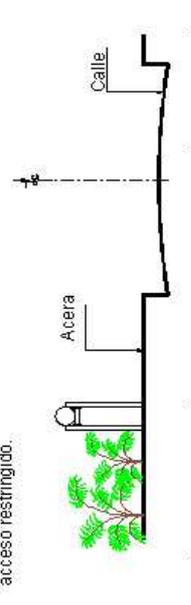
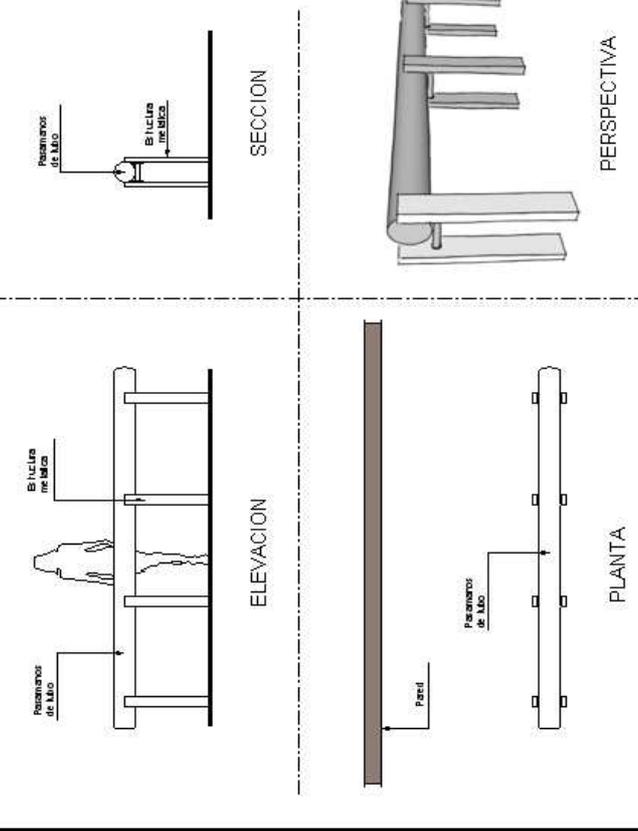
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ITEM: CIRCULACIONES PEATONALES

ESPACIO: INTERIOREXTERIOR; ELEMENTO DE SEGURIDAD

CONTENIDO: BARANDALES

HOJA: B-4

<p>En sus posibles aplicaciones tenemos como protección en senderos o caminos accidentados, también puede utilizarse en área de miradores</p> 	<p>Utilizado en áreas exteriores dentro de la planta, delimitando el camino en aceras y a la vez proteger áreas de jardinería o zona de maquinarias con acceso restringido.</p> 	<p>Imágenes de las tuberías que bajan en el campo geotérmico de Berlín, en las cuales se basa la propuesta de diseño.</p> 
<p>Imágenes de las tuberías que bajan en el campo geotérmico de Berlín, en las cuales se basa la propuesta de diseño.</p> 	<p>La propuesta "C" retoma un elemento de soporte que se observa en el campo donde las tuberías que bajan de la parte alta se sostienen mediante una estructura metálica. Nos basamos en ese elemento en particular, se varía un poco y funciona como barandal, mientras que al verlo en planta y elevación asemeja una tubería de acarreo de vapor. El diseño es apto para exteriores y sus materiales pueden variar desde metal a una estructura de madera que le daría un estilo rustico acorde a las áreas exteriores del campo.</p> 	<p>ITEM: CIRCULACIONES PEATONALES ESPACIO: INTERIOREXTERIOR ELEMENTO DE SEGURIDAD</p>
<p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE ARQUITECTURA</p>	<p>CONTENIDO: BARANDALES</p>	<p>HOJA: B-4A</p>

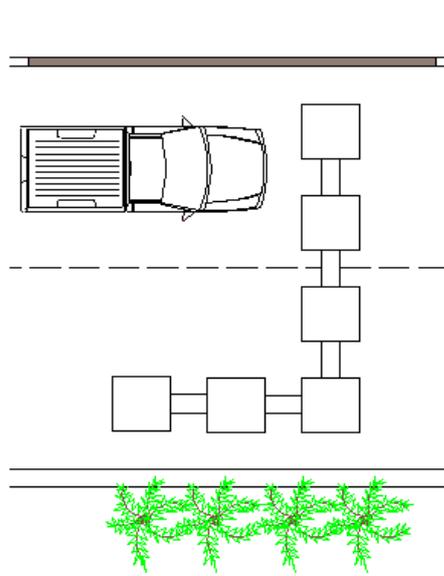


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE ARQUITECTURA

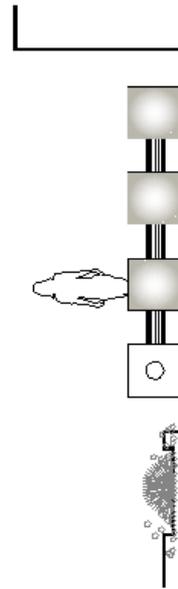
CONTENIDO: **BARANDALES**

HOJA: **B-4A**

La disposición en planta muestra como el elemento cierra el paso y se disponen de forma ortogonal



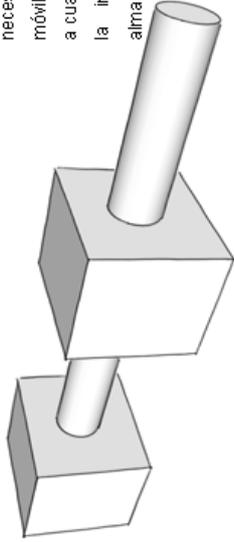
VISTA EN ELEVACION



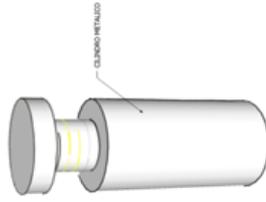
Dentro de la planta se hace necesario cerrar el paso en ciertas áreas temporalmente, sobre todo durante obras de mantenimiento, para estos casos se requiere de barreras de paso, tanto peatonal como vehicular.

La propuesta consiste en cubos metálicos huecos, con tubo de lámina que se despliega desde el interior hasta ensamblar con otro cubo

El diseño responde a la necesidad de un elemento móvil que pueda desplazarse a cualquier área, resistente a la intemperie y de fácil almacenaje



El cilindro metálico que podría pintarse en colores estándares de una señal de forma que indique al peatón que no debe atravesar por ellos.



Una variante del tradicional como plástico son cilindros metálicos, cuya forma es muy similar a un separador ciclista. Estos pueden utilizarse para cerrar el paso en calles o aceras, aunque es un tanto menos restrictivo por su forma, dimensión y disposición, tal como se muestra en la vista en elevación



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



ITEM: CIRCULACIONES PEATONALES
ESPACIO: INTERIOREXTERIOR ELEMENTO DE SEGURIDAD

CONTENIDO: BARRERAS DE PASEO

HOJA: B-5

Las Circulaciones Vehiculares al igual que las peatonales son de gran importancia, y como hemos visto en el análisis del campo geotérmico de Berlín, se requiere una interconexión vial entre las distintas plataformas y la planta geotérmica con todos sus espacios complementarios. (Ver ficha C-1A)

Al igual que en los caminos y senderos se propone implementar el principio del respeto y armonía con el medio ambiente, con el objetivo que al proyectar calles de acceso se consideren materiales que causen un menor impacto ambiental en la zona.



Calle primaria dentro del Campo Geotérmico de Berlín que conduce hacia Unidad IV (Ciclo Binario)



Calle Secundaria que conduce hacia pozo reinyector 4

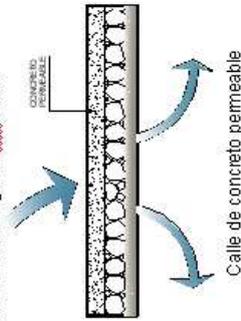


Tramo de calle interna adoquinado

Tenemos Vías primarias y secundarias; debemos considerar que las primarias deben soportar el tránsito de maquinaria pesada, por esta razón se justifica que sean de concreto. Además debemos recordar que mientras mas cerca se esté de la planta geotérmica mayor resistencia debe tener, esto bajo criterios de durabilidad.

Las Vías secundarias nos permiten sugerir otras alternativas de pavimentos, considerando el impacto ambiental que causa la construcción de calles en los campos geotérmicos.

Uno de los mayores problemas que presentan las calles de concreto es impermeabilidad del suelo generando una escorrentía mayor en época de lluvias, por ello se proponen la alternativa de utilizar un concreto permeable o poroso que absorbe un porcentaje del agua, esta lo atraviesa hasta llegar al ~~suj~~ suelo.



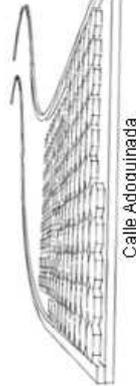
Calle de concreto permeable

Además del concreto permeable se sugieren algunos materiales para calles secundarias y terciarias, el objetivo es evitar en lo posible la creación de calles de concreto dentro del campo.

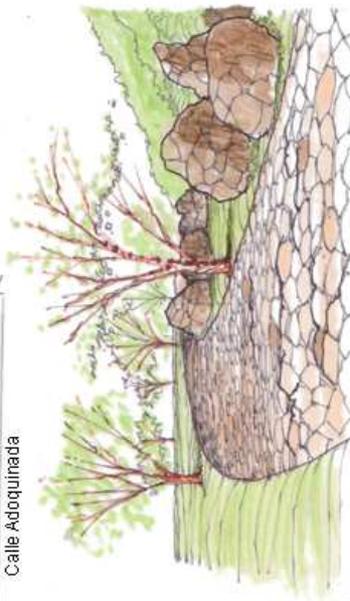
Existe una gama de adoquines y baldosas ecológicas que el mercado ofrece, con el fin de causar un impacto menor en el medio ambiente, proporcionándole al suelo conservar un porcentaje de su permeabilidad

Calle de adoquín ecológico, que se elabora de concreto permeable, una de las opciones a sugeridas.

Calle empedrada otra opción viable que reutiliza material de la zona y funcional para vías secundarias o terciarias.



Calle Adoquinada



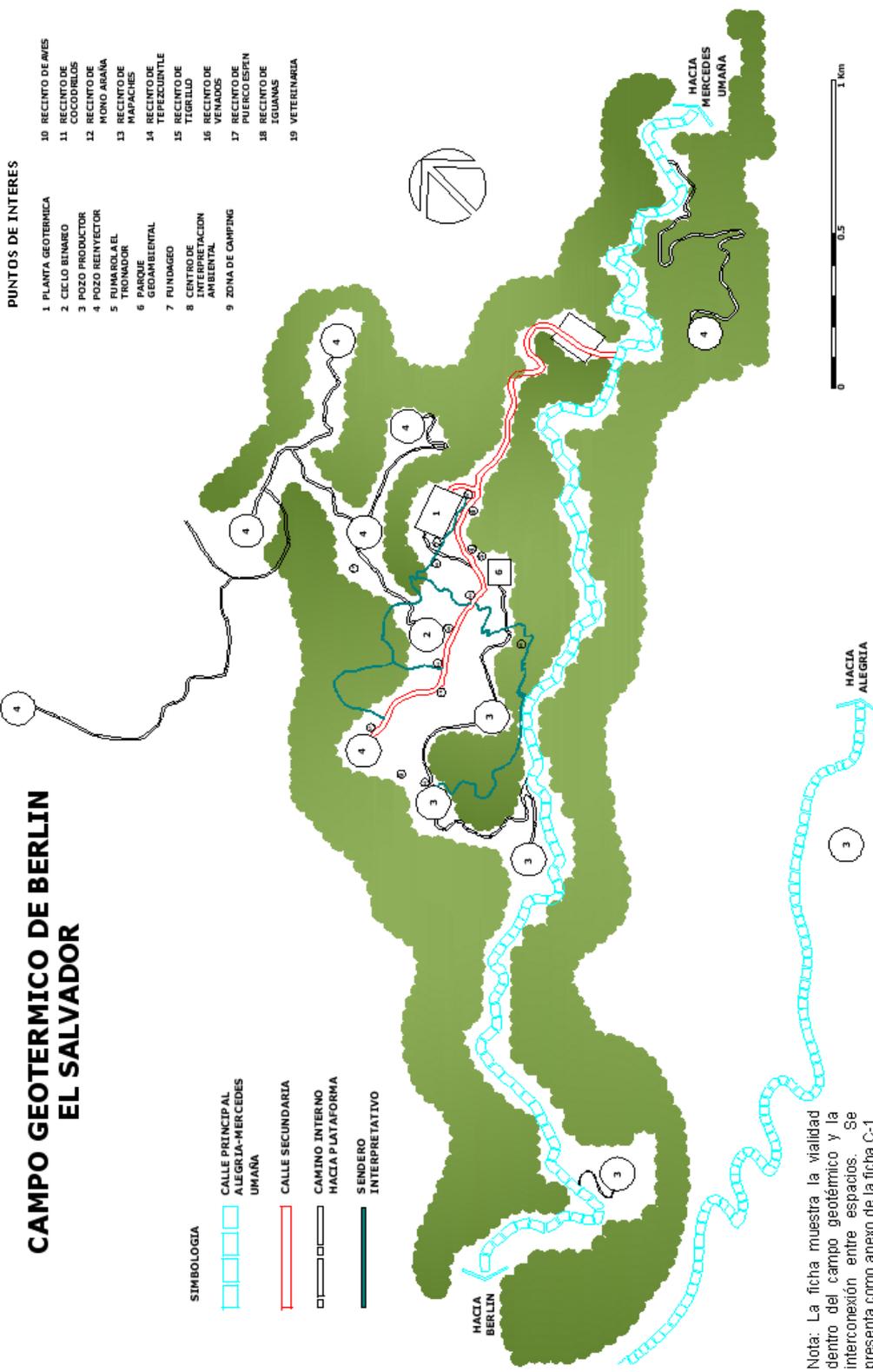
Calle empedrada

 <p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE ARQUITECTURA</p>	<p>ITEM: CIRCULACIONES VEHICULARES</p>	<p>CONTENIDO: CALLES Y CAMINOS</p>	<p>HOJA: C-1</p>
	<p>ESPACIO: EXTREMIOS</p>	<p>RECOMENDACIONES</p>	

CAMPO GEOTERMICO DE BERLIN EL SALVADOR

SIMBOLOGIA

- CALLE PRINCIPAL
ALEGRÍA-MERCEDES
UMAÑA
- CALLE SECUNDARIA
- CAMINO INTERNO
HACIA PLATAFORMA
- SENDERO
INTERPRETATIVO



PUNTOS DE INTERES

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 1 PLANTA GEOTERMICA | 10 RECINTO DE AVIS |
| 2 CICLO BENARO | 11 RECINTO DE COCODRILOS |
| 3 POZO PRODUCTOR | 12 RECINTO DE MONO ARAÑA |
| 4 POZO REINVECTOR | 13 RECINTO DE MAPACHES |
| 5 FUNAROLA DEL FUNDADOR | 14 RECINTO DE TEPEZCUINTLE |
| 6 GEOMORFOLÓGICO | 15 RECINTO DE TIGRILLO |
| 7 FUNDADO | 16 RECINTO DE VENADOS |
| 8 CENTRO DE INTERPRETACION AMBIENTAL | 17 RECINTO DE PUERTO ESPIN |
| 9 ZONA DE CAMPING | 18 RECINTO DE IGUANAS |
| | 19 VETERINARIA |

Nota: La ficha muestra la vialidad dentro del campo geotérmico y la interconexión entre espacios. Se presenta como anexo de la ficha C-1



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ITEM: CIRCULACIONES VEHICULARES

ESPACIO: EXTREMIOS VIALIDAD

CONTENIDO: PLANO DE VIALIDAD

HOJA: C-1A

La propuesta de estacionamientos consiste en sugerir una gama de materiales de recubrimiento alternativos al típico concreto. Aplicando el lineamiento que dice que debemos preservar las áreas naturales mediante el uso de materiales ecológicos y basándonos en el análisis de la central de Berlín.

Para los estacionamientos en áreas exteriores de los campos geotérmicos tenemos materiales como grava, piedra volcánica, gramogujín o piedra de la zona.



Recubrimiento de piedra volcánica



Recubrimiento de grava

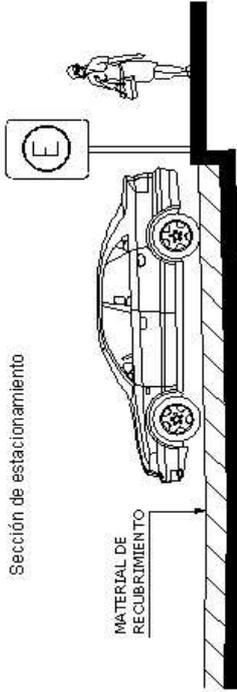


Recubrimiento con piedra



Recubrimiento de Gramogujín
Una buena alternativa para estacionamientos

Sección de estacionamiento



Se sugiere definir y delimitar las áreas de parques con algún recubrimiento para evitar los estancamientos de agua, que ocurren normalmente al dejarlos de tierra. Con esto no solo prevenimos el drenaje de aguas, sino que eliminamos focos de infección.

También se busca evitar el uso excesivo de concreto que genera acumulación de agua y la necesidad de drenajes.



Los bloques decorados de concreto poroso son una buena alternativa que permite crear un diseño en colores y formas.



El concreto poroso también es una opción en parques pues filtra el agua de grandes superficies.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ITEM: CIRCULACION VEHICULAR
ESPACIO: EXTERIOR ESTACIONAMIENTOS

CONTENIDO:
PROPUESTA PARA ESTACIONAMIENTOS

HOJA:
C-2

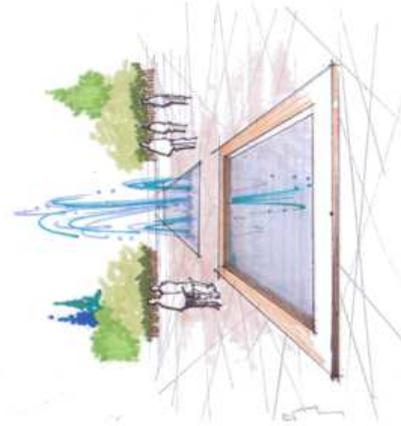
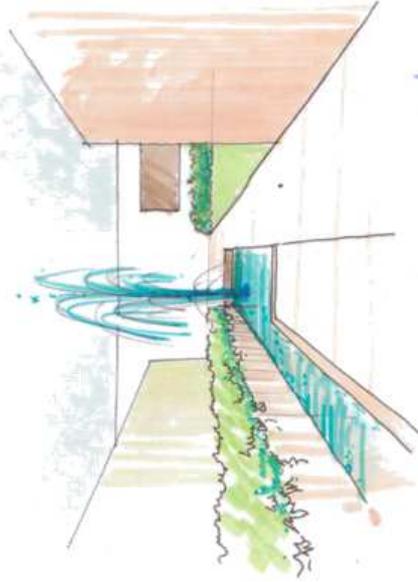


Un Geiser es una fuente termal que erupciona periódicamente, expulsando una columna de agua caliente y vapor al aire.
Siendo una manifestación geotérmica es un elemento natural que podemos retomar para utilizar en el diseño.

Aplicando el principio de la conceptualización para utilizarlo en el diseño, retomamos un elemento de la naturaleza y lo simbolizamos en una fuente decorativa, emplazándolo en un área rocosa que asemeja las zonas de actividad volcánica donde se encuentran los géiseres.
Dicho detalle puede ser un punto de atracción dentro de los campos geotérmicos.



De igual manera el elemento agua es parte del proceso geotérmico por lo que podemos utilizarlo en distintas aplicaciones no solo como fuentes, también como espejos de agua, arroyos artificiales, etc. Podemos usar el recurso en espacios interiores como exteriores tal como se muestra en el grafico un espejo de agua a lo largo de un pasillo de acceso, combinado con una fuente y rodeado de vegetación.



De esta manera logramos espacios agradables a la vista y mantiene un significado en el diseño pues el agua representa una manifestación natural del sub suelo.

Los espejos de agua pueden funcionar con la reutilización del agua de las torres de enfriamiento



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



ITEM: **ELEMENTO URBANO**

ESPACIO: EXTERIOR

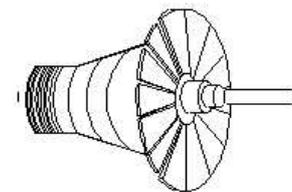
FUENTE Y ESPEJO DE AGUA

CONTENIDO:
FUENTE TIPO GEISER

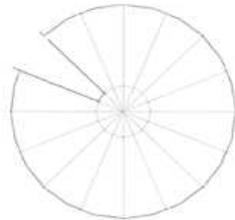
HOJA:
D-1

Combinando el principio de integración al medio ambiente y la conceptualización de los elementos surgen los diseños de plazas, que si bien son propuestas de carácter urbano también pueden tener el sello de la arquitectura propia de LaGeo.

En nuestro ejemplo de aplicación tomaremos las formas circulares de una turbina y sus alabes como generadoras de una trama, creando la plaza de diseño radial.



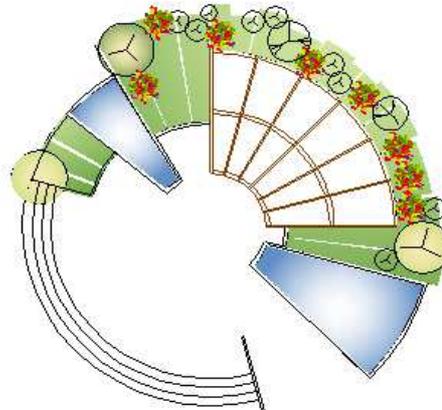
Turbina de Vapor



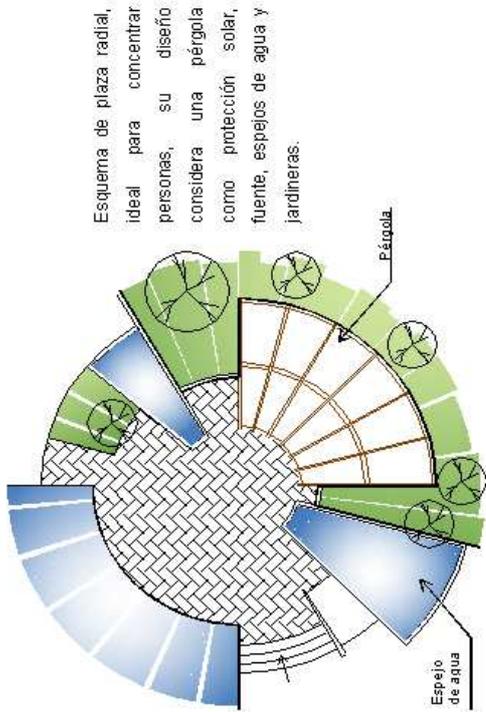
Trama Radial

El diseño radial nos ofrece una variedad de formas, donde podemos jugar con los materiales, colores, como se muestra en las imágenes.

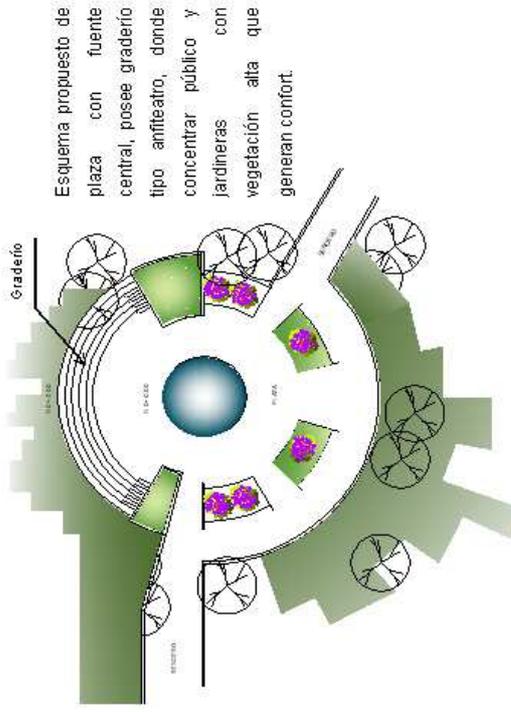
Podemos combinar la conceptualización de los elementos geométricos con los elementos de la naturaleza y crear espacios que armonicen con su entorno natural.



Las plazas como espacio público pueden tener distintas funciones, ser de paso, de conexión, de acceso o de permanencia, para el caso se proponen plazas de concentración o permanencia, aunque no necesariamente el diseño radial sea el único a implementar.



Esquema de plaza radial, ideal para concentrar personas, su diseño considera una pérgola como protección solar, fuente, espejos de agua y jardineras.



Esquema propuesto de plaza con fuente central, posee graderío tipo anfiteatro, donde concentrar público y jardineras con vegetación alta que generan confort.

CONCLUSION

Se determinó la importancia de la investigación y producción de energías renovables, como la geotérmica para solventar la demanda nacional. Por ser considerada una energía limpia, que no depende de estaciones climatológicas, y ofrece una producción constante durante todo el año.

Se estableció una base histórica, social y económica; el impacto que genera en cada uno de esos aspectos, y como incide la energía geotérmica en el país.

Mediante el desarrollo de la investigación se dio a conocer el funcionamiento de las plantas geotérmicas en El Salvador y el proceso que se realiza previo a la construcción de una instalación, las acciones que esta industria realiza en pro de la sociedad y el medio ambiente; así como el estado actual de la Central Geotérmica de Berlín

Se estudiaron los principios del diseño arquitectónico en LaGeo mediante el análisis de las edificaciones existentes, en base a lo cual se formulan lineamientos que guiaran el diseño en proyectos futuros, consolidando la arquitectura de LaGeo.

El documento presenta ejemplos de nuevas aplicaciones arquitectónicas y urbanas de los principios planteados, estos no deben considerarse las únicas formas de aplicación, sino, deben servir de base para el desarrollo de futuros proyectos.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- LaGeo S.A. de C.V. "Historia de la Energía Geotérmica en El Salvador" San Salvador, El Salvador. Diciembre 2005.
- Mike W. Lin. "Drawing and Designing with Confidence" John Wiley & Son, Inc. New York.
- Scott VanDyke. "De la línea al Diseño" Editorial Gustavo Gili, 1884
- Secretaria de turismo SECTUR. "Guía para el Diseño y Operación de Senderos Interpretativos" Mexico D.F. 2004

Documentos

- LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Berlín" Mayo de 2000. Pág. 16-29
- LaGeo S.A. de C.V. "Diagnostico Ambiental Central Geotérmica de Ahuachapán" Abril de 2000. Pág. 15-27
- Consejo Nacional de Energía "Política Energética Nacional de El Salvador 2010-2014" San Salvador, El Salvador.

Paginas Web:

- LaGeo S.A. de C.V. (2011) “Energía Geotérmica”
[http:// www.lageo.com.sv](http://www.lageo.com.sv)
- Consejo Nacional de Electricidad (2011) “Leyes y Reglamentos”
www.cne.gov.sv
- Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (2011) “Historia”
www.cel.gov.sv.
- Asamblea Legislativa Republica de El Salvador (2011) “ Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad”
- Orkuveita Reykjavíkur (2011) “Projects”
www.or.is/English/Projects/HellisheidiGeothermalPlant/
- MANVIT (2011) “Geothermal Energy” www.mannvit.com
- ENEX (2011) “Projects” <http://www.enex.is/?PageID=132>