

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**



FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

**“CARACTERIZACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO
DE FUENTES GEOTÉRMICAS DE BAJA ENTALPIA EN LA
PROVINCIA DE CHIMBORAZO Y PROPUESTA DE CREACIÓN
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ENERGÍA
GEOTÉRMICA EN LA ESPOCH”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

BIOFÍSICO

PRESENTADO POR:

CARRASCO TUSTÓN WASHINGTON JAVIER

NAULA ERAZO WILSON FERNANDO

RIOBAMBA - ECUADOR

2012

Agradecimiento

Primero a Dios por brindarnos la vida y la salud que nos ha permitido culminar con éxito ésta etapa de nuestras vidas. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirnos las puertas del saber, que nos ha permitido engrandecernos como personas y como profesionistas.

A la Escuela de Física y Matemática de la Facultad de Ciencias que gracias a sus catedráticos de alta calidad y calidez humana han sabido guiar nuestro camino, en particular al Dr. Richard Pachacama, en calidad de Director de Escuela y Director de Tesis, ha sido parte fundamental en la realización del presente trabajo.

Al Mat. Marcelo Cortez por su intensa colaboración, la misma que ha permitido la elaboración de nuestra Tesis. Al Ing. Eduardo Aguilera que con sus altos conocimientos y amplia experiencia en el campo de la Energía Geotérmica, nos supo dar una correcta orientación en ésta investigación. A la Ing. Johanna Aguilar por su acertada asesoría en el campo de la estadística con la cual pudimos elaborar nuestros resultados de forma correcta.

De una manera muy especial la Dra. Gina Álvarez que con su don de gente nos supo ayudar tanto en la parte técnica como en la experimental, brindándonos parte de su amplio conocimiento.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dra. Yolanda Díaz DECANA FACULTAD DE CIENCIAS
Dr. Richard Pachamama DIRECTOR DE ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA
Dr. Richard Pachamama DIRECTOR DE TESIS
Dr. Jenny Orbe MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Dr. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
NOTA DE LA TESIS ESCRITA	

Yo, Carrasco Tustón Washington Javier soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

.....

Javier Carrasco

Yo, Naula Erazo Wilson Fernando soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

.....

Wilson Naula

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: ENTREVISTA	199
ANEXO II: ENCUESTA	201
ANEXO III: TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE MUESTRAS	203
ANEXO IV: FACTORES DE CONVERSIÓN DE mg/L A me/L.....	205
ANEXO V: DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGERIER	206
ANEXO VI: FOTOGRAFÍAS.....	207

ACRÓNIMOS

CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
EGEC	European Geothermal Energy Council
IGA	International Geothermal Association
INECEL	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OPEC	Organización de Países Exportadores de Petróleo
UEGCIG	Asociación Internacional de Energía Geotermia
VDI	Verein Deutscher Ingenieure

ABREVIATURAS

BTU	British Thermal Unit
CTT	Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías
GLP	Gas Licuado de Petróleo
IEO	Internacional Energy Outlook
J	Joule
W	Watio

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
SUMARY	iii
INTRODUCCIÓN	iv
ANTECEDENTES	v
JUSTIFICACIÓN	vii
OBJETIVOS	ix
• OBJETIVO GENERAL.....	ix
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ix
1 CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	1
1.1 ENERGÍA Y PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS	1
1.1.1 DEFINICIÓN DE ENERGÍA	1
1.1.2 PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS	1
1.1.2.1 Primera ley de la Termodinámica.....	3
1.1.2.2 Segunda Ley de la Termodinámica.....	5
1.1.2.3 Tercera Ley de la Termodinámica.....	7
1.1.2.4 Ley cero	8
1.1.3 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA TÉRMICA.....	9
1.1.3.1 Conducción Térmica	9
1.1.3.2 Convección Térmica	10
1.1.3.3 Radiación Térmica	11
1.2 RECURSOS ENERGÉTICOS.....	12
1.2.1 INTRODUCCIÓN	12
1.2.2 FUENTES DE ENERGÍA EN LA NATURALEZA	15
1.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA	15
1.2.4 ENERGÍAS RENOVABLES:	16
1.2.4.1 FUENTES NATURALES	16

1.2.4.2	FUENTES ARTIFICIALES O ELABORADAS	18
1.2.5	ENERGÍA NO RENOVABLE.....	18
1.3	PROBLEMAS DE ENERGÍA A NIVEL MUNDIAL	20
1.3.1	ENERGÍA Y SOCIEDAD.....	20
1.3.2	ÁMBITO MUNDIAL.....	20
1.3.3	CONSUMO DE ENERGÍA POR TIPO DE COMBUSTIBLE	22
1.3.4	EMISIONES GASEOSAS	28
1.3.5	TRATADO DE KIOTO.....	29
1.4	ANÁLISIS DE LA MATRIZ ENERGÉTICA ECUATORIANA	32
1.4.1	MATRIZ ENERGÉTICA ECUATORIANA	32
1.4.2	CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA.....	33
1.5	GEOTERMIA.....	35
1.5.1	DEFINICIÓN	35
1.5.2	EL FLUJO DE CALOR TERRESTRE	36
1.5.3	ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	38
1.5.3.1	Definición	38
1.5.3.2	Historia de La Energía Geotérmica	41
1.5.4	RECURSOS GEOTÉRMICOS.....	46
1.5.4.1	Definición Y Tipos De Recursos Geotérmicos	46
1.5.5	YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS	48
1.5.5.1	Yacimientos de muy baja temperatura.....	48
1.5.5.2	Yacimientos de baja temperatura.....	50
1.5.5.3	Yacimientos de media temperatura.....	52
1.5.5.4	Yacimientos de alta temperatura.....	52
1.5.6	MODELO GEOTÉRMICO CONCEPTUAL	55
1.5.7	INVESTIGACIÓN DE RECURSOS GEOTÉRMICOS.....	57
1.5.7.1	Investigación de recursos de muy baja entalpía	58

1.5.7.2	Investigación de recursos de baja entalpía	59
1.5.7.3	Investigación de recursos de media entalpía	62
1.5.7.4	Investigación de recursos de alta entalpía	63
1.5.8	APLICACIONES DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA	66
1.5.8.1	Utilización Directa Del Calor Geotérmico	67
1.5.8.2	Producción De Energía Eléctrica	79
1.5.9	AGUAS TERMO MINERALES.....	82
1.5.9.1	CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS TERMO MINERALES.....	83
1.6	GEOLOGÍA ECUATORIANA	84
1.6.1	COSTA	87
1.6.2	SIERRA	88
1.6.3	ORIENTE	91
1.6.4	INSULAR, ARCHIPIÉLAGO DE COLÓN O GALÁPAGOS.....	92
1.7	LA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA EN EL ECUADOR.....	94
1.7.1	POTENCIAL.....	97
2	PARTE EXPERIMENTAL	100
2.1	MUESTREO.....	100
2.1.1	MÉTODOS Y TÉCNICAS	102
2.1.1.1	Métodos	102
2.1.1.2	Técnicas.....	102
2.1.2	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	104
2.1.3	DATOS GEOREFERENCIALES.....	111
3	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	113
3.1	CÁLCULOS.....	113
3.1.1	CAUDAL	113
3.1.2	BALANCE IÓNICO	114
3.2	RESULTADOS.....	117

3.2.1	COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS ENTRE LAS FUENTES	117
3.2.1.1	pH	117
3.2.1.2	Temperatura.....	118
3.2.1.3	Turbiedad	120
3.2.1.4	Conductividad	120
3.2.1.5	Dureza.....	121
3.2.1.6	Alcalinidad.....	121
3.2.1.7	Sólidos disueltos y totales	122
3.2.2	DIAGRAMA PIPER	123
3.2.2.1	Diagrama Piper.- Fuente Cununpogyo.....	123
3.2.2.2	Diagrama Piper.- Fuente Cunugyacu.....	124
3.2.2.3	Diagrama Piper.- Fuente Pantus.....	125
3.2.2.4	Diagrama Piper.- Fuente Guayllabamba.....	126
3.2.2.5	Diagrama Piper.- Fuente Los Elenes	127
3.2.2.6	Diagrama Piper.- Fuente Palictahua	128
3.3	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	129
4	LOS CENTROS DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS	134
4.1.1	ANTECEDENTES.....	134
4.1.2	CONCEPTO.....	134
4.1.3	CLASIFICACIÓN	135
4.1.4	FUNCIÓN	135
4.2	CENTROS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN LA ESPOCH 136	
4.2.1	MARCO LEGAL	137
4.2.2	LOS CTT EN LA UNIVERSIDAD ECUATORIANA	138
4.2.3	REGLAMENTO DE LOS CTT EN LA ESPOCH	144

4.2.4	PROCESO PARA LA APROBACIÓN DE UN CTT EN LA ESPOCH.....	157
4.3	MARCO METODOLÓGICO	158
4.3.1	RECOLECCIÓN DE DATOS	158
4.3.2	ENCUESTA	158
4.3.2.1	Objetivos de la encuesta dirigida a estudiantes de la facultad de ciencias.....	158
4.3.2.2	Determinación de población y muestra	159
4.3.2.3	Resultado de las encuestas	160
4.3.3	ENTREVISTA	164
4.4	MARCO PROPOSITIVO	164
4.4.1	ANÁLISIS SITUACIONAL.....	164
4.4.1.1	Lista de problemas:.....	164
4.4.2	ANÁLISIS DE OBJETIVOS.....	166
4.4.3	ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS	167
4.5	PLAN ESTRATÉGICO DEL CTT	169
4.5.1	MISIÓN	169
4.5.2	VISIÓN.....	169
4.5.3	POLÍTICAS	169
4.5.4	ESTRATEGIAS.....	170
4.5.5	PROGRAMAS.....	172
4.5.6	PROYECTOS	172
4.6	ESTUDIO DE MERCADO DEL CTT	173
4.6.1	ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	173
4.6.1.1	Segmentación del mercado.....	173
4.6.2	ANÁLISIS DE LA OFERTA (COMPETENCIA)	174
4.6.2.1	Identificación de los competidores.	174
4.6.3	ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD.....	174

4.7	ESTUDIO TÉCNICO (ÁREA PRODUCTIVA).....	175
4.7.1	TAMAÑO DEL CTT.....	175
4.7.1.1	Número de clientes proyectado.....	175
4.7.2	CONSUMO APARENTE POR PRODUCTOS.	176
4.7.3	TAMAÑO DE LA PLANTA.	177
4.8	LOCALIZACIÓN DEL CTT.....	177
4.8.1	MACRO LOCALIZACIÓN.	177
4.8.2	MICRO LOCALIZACIÓN.....	177
4.9	REQUERIMIENTOS.....	177
4.9.1	REQUERIMIENTOS DE INSTALACIONES/EDIFICIOS.....	177
4.9.2	REQUERIMIENTOS DE RECURSO HUMANO.....	178
4.9.2.1	Ocasional	179
4.9.3	REQUERIMIENTO DE SOFTWARE.	179
4.9.4	REQUERIMIENTO DE EQUIPOS INFORMÁTICO Y DE COMUNICACIÓN.	180
4.9.5	REQUERIMIENTOS DE MUEBLES Y ENCERES.....	180
4.10	ANÁLISIS FINANCIERO.....	181
4.10.1	ACTIVO FIJO, DIFERIDO Y CAPITAL DE TRABAJO DEL CTT 181	
4.10.2	FUENTES DE FINANCIAMIENTO Y USOS DE FONDOS.....	182
4.10.3	CALCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA	183
4.10.4	PRESUPUESTO DE COSTOS Y GASTOS.....	183
4.11	COSTOS E INGRESOS DEL CTT.....	185
4.12	ESTADO DE RESULTADOS	188
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	192
5.1	CONCLUSIONES.....	192
5.2	RECOMENDACIONES	194

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA.....	21
TABLA II. PRINCIPALES PAÍSES QUE HACEN UTILIZACIÓN DIRECTA DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	70
TABLA XXV: FUENTES HALLADAS EN LA FASE DE PRE-EXPLORACIÓN	100
TABLA XXVI: FUENTES NO CONSIDERADAS	101
TABLA XXVII:FUENTES TERMALES.....	101
TABLA XXVIII: INSTRUMENTACIÓN	103
TABLA XXIX: ANÁLISIS DE AGUA TERMAL DE LOS ELENES.....	104
TABLA XXXI: ANÁLISIS DE AGUA TERMAL DE PANTUS.....	106
TABLA XXXII: ANÁLISIS DE AGUA TERMAL DE CUNUGYACU	107
TABLA XXXIII: ANÁLISIS DE AGUA TERMAL CONUGPOGYO.....	108
TABLA XXXV: AGUA TERMAL EL CARMEN	110
TABLA XXXVI: DATOS GEO REFERENCIALES DE LAS FUENTES DE BAJA ENTALPÍA.....	111
TABLA XXXVII CAUDAL DE LAS FUENTES TERMALES	113
TABLA XXXVIII SUMATORIA DE ANIONES (MEQ/L).....	115
TABLA XXXIX SUMATORIA DE ANIONES (MEQ/L).....	115
TABLA XL ERROR DE BALANCE DE CARGAS	116
TABLA XLI CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS SEGÚN SU PH	117
TABLA XLII CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ENTALPIA	118

TABLA XLIIICLASIFICACIÓN BALNEOLÓGICA	119
TABLA III NÚMERO DE ESTUDIANTE DE LA FACULTAD	159
TABLA IV:PROBLEMA DE DESARROLLO	167
TABLA V:PROYECTOS DEL CTTIEG	172
TABLA VI:SEGMENTACIÓN DEL MERCADO	173
TABLA VII:ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD	174
TABLA VIII:NÚMERO DE CLIENTES PROYECTADOS	175
TABLA IX:CONSUMO APARENTE POR PRODUCTO	176
TABLA X:RECURSO HUMANO PERMANENTE	178
TABLA XI: RECURSO HUMANO OCASIONAL	179
TABLA XII: REQUERIMIENTO EQUIPOSINFORMÁTICOS Y COMUNICACIÓN	180
TABLA XIII: REQUERIMIENTOS DE MUEBLES Y ENCERES	180
TABLA XIV: ACTIVO FIJO, DIFERIDO Y CAPITAL DE TRABAJO	181
TABLA XV: FINANCIAMIENTO DE INVERSIÓN	182
TABLA XVI: INVERSIÓN	182
TABLA XVII: CALCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA	183
TABLA XVIII: GASTOS GENERALES ANUALES.....	183
TABLA XIX: REMUNERACIONES	184
TABLA XX : INGRESOS POR SERVICIOS	185
TABLA XXI: PROYECCIÓN DE VENTAS	187
TABLA XXII: COSTO DE VENTA DE SERVICIO.....	188

TABLA XXIII: ESTADO DE RESULTADOS AÑO 1.....	188
TABLA XXIV: PROYECCIÓN DE FUENTES INVERSIONES	190

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 Energía Interna del cuerpo A y B.....	3
FIGURA 1-2 Cambio de Energía Interna de un Gas	4
FIGURA 1-3 Flujo del Calor.....	6
FIGURA 1-4 Equilibrio Térmico	8
FIGURA 1-5 Conducción Térmica.....	9
FIGURA 1-6 Convección aire en un hornillo.....	10
FIGURA 1-7 Radiación Térmica.....	11
FIGURA 1-8 Consumo de energía por tipo de combustible.	23
Figura 1-9: Acuíferos en zonas calientes	40
FIGURA 1-10 Aguas termales en Pamukkale (Turquía)	42
FIGURA 1-11 Primera instalación de generación de energía eléctrica de origen geotérmico en Larderello (Italia), en 1904.....	43
FIGURA 1-12 Campo geotérmico de Larderello continúa productivo.....	44
FIGURA 1-13 La radiación solar y las condiciones climáticas influyen sobre la temperatura del subsuelo sólo hasta una cierta profundidad.	49
FIGURA 1-14 Sistema de calefacción urbana de Boise, Idaho, EE.UU	51
FIGURA 1-15 Placas Litosféricas.....	54
FIGURA 1-16 Varios aprovechamientos del calor de la Tierra.....	58
FIGURA 1-17 Red de captadores horizontales de polietileno antes de ser enterrada.....	59
FIGURA 1-18 Baños termales de Churín, Huacho-Perú	60

FIGURA 1-19 Volcán Tungurahua, Ecuador. Foco de calor activo que evidencia un flujo de calor anómalo.	64
FIGURA 1-20 Distribución de la utilización del calor geotérmico en el mundo. (TJ/año), en 2010.	68
Figura 1-21 Esquema de funcionamiento de una bomba de calor.	69
FIGURA 1-22 Piscina climatizada en Erding, cerca de Munich, al pie de los Alpes.	71
FIGURA 1-23 Agua geotérmica bombeada desde dos pozos de alimentación a la planta de intercambio de calor. Desde ésta, el circuito secundario abastece a un conjunto de edificios.	72
FIGURA 1-24 Dos modalidades de calefacción de invernaderos.	74
FIGURA 1-25 Invernadero de 5 ha de superficie acristalada con calefacción geotérmica en Mokai, Nueva Zelanda.	75
FIGURA 1-26 Criadero piscícola climatizado con energía geotérmica en Imperial Valley, California, EE. UU.	77
FIGURA 1-27 Esquema de un turboalternador. La fuerza del vapor obliga a girar al eje de la turbina.	80
FIGURA 1-28: Esquema de un turboalternador funcionando con vapor “flash”.	82
FIGURA 1-29: Placas tectónicas que determinan la geomorfología del Ecuador	85
FIGURA 1-30 Avenida de los Volcanes	87
FIGURA 1-31 Región costa Ecuatoriana.	88
FIGURA 1-32 Chimborazo, casa de paja	89
FIGURA 1-33 Cordillera de los Andes.	90

FIGURA 1-34 Oriente Ecuatoriano.....	91
FIGURA 1-35 Islas Galápagos.....	93
FIGURA 1-36 Mapa de Fuentes Geotérmicas con estudios en el Ecuador	96
FIGURA 1-37 Mapa de la Provincia de Chimborazo	99
FIGURA 1-38 Clasificación de los CTT	135
FIGURA 1-39 Proyección De Ventas	187
FIGURA 3-1 Caudal de las fuentes termales	114
FIGURA 3-2 pH de las muestras.....	117
FIGURA 3-3 Temperatura de las fuentes termales	118
FIGURA 3-4 Turbiedad	120
FIGURA 3-5 Conductividad.....	120
FIGURA 3-6 Dureza	121
FIGURA 3-7 Alcalinidad	121
FIGURA 3-8 Solidos disueltos y solidos totales	122

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se elaboró un inventario de fuentes geotérmicas de baja entalpía con su respectiva caracterización física y química en la Provincia de Chimborazo así como también se pudo proponer la creación de un centro de investigación dedicado al estudio de la energía geotérmica en la ESPOCH.

Se realizó una exploración donde encontramos seis fuentes termales en los diferentes cantones de la provincia: Guayllabamba (Chambo), Los Elenes (Guano), Palictahua (Penipe), Pantus (Licto), Conugpogyo (Colta) y el Carmen (Alausí), incluyéndose en el estudio, por su importancia y cercanía, la fuente termal de Cunugyacu (vía Guaranda Ambato) perteneciente a la provincia de Tungurahua. Mediante el laboratorio de Aguas de la Facultad de ciencias de la ESPOCH y el CESTTA se pudo realizar los análisis físico y químicos de las muestras tomadas donde pudimos clasificarlas como: fuente hipotermal, Bicarbonata Cálcica Magnésica a las fuente de Conugpogyo y Los Elenes, fuente mesotermal, Sulfatada Cálcica Clorurada a la fuente de Cunugyacu, Bicarbonatada Sódica a la fuente hipotermal de Pantus y a la fuente mesotermal de Guayllabamba Sulfatada Cálcica a la fuente mesotermal de Palictahua, de las cuales y mediante el uso del GIS (Sistema Internacional Geográfico) se realizó la cartografía geo referencial de los lugares, donde los datos almacenados servirán para consultas y/o futuras investigaciones.

Pudimos determinar sus aplicaciones dentro de los usos directos del calor como el uso turístico en balnearios debido a la alta temperatura y a las propiedades terapéuticas de las aguas termales, también para la calefacción de invernaderos, la piscicultura, secado de alimentos y maderas, siendo estos los más aplicables a la región.

Recomendamos realizar una investigación completa de cada una de las fuentes encontradas, para elaborar proyectos que eleven el desarrollo sustentable de las zonas.

SUMMARY

The growing energy consumption made necessary to find new energy resources, those do not affect the environment, the study aims to reduce consumption of nonrenewable resources and preventing emissions of CO₂.

Six hot springs were founded in different cantons of the province Guayllabamba (Chambo), Los Elenes (Guano), Palictahua (Penipe), Cununpogyo (Colta) and Carmen (Alausí), was included in the study, by its size and proximity, Cunugyacu thermal source (via Ambato Guaranda) belonging to the Tungurahua province.

In the water laboratory of Sciences Faculty and CESTTA ESPOCH performed physical and chemical analyzes of samples taken, and were classified as Bicarbonata Calcium Magnesium to the source Elenes and Cunupogyo, meso thermal, Calcium Sulfatada Chlorinated to the Cunugyacu source, Sodium Bicarbonate to the Pantus source, meso thermal and Sulfated Calcium Guayllabamba and the thermal meso Palictahua source. By using GIS(Geographic International System) mapping was performed geo reference of these places, where the stored data will be used for consultation and research.

This study determined their applications these springs in the tourism sector, such as spas, its benefits as high temperature and its therapeutic properties, and for greenhouse heating, fish farming and the food and timber drying.

It recommended further investigation of each sources found, to develop projects and create a sustainable.

INTRODUCCIÓN

La necesidad creciente de consumo energético por parte de las ciudades y países del mundo, el uso de recursos naturales no renovables para producción de energía y los altos grados de contaminación al medio ambiente, se ha convertido en un problema de gran trascendencia para la humanidad.

Es imprescindible emprender la marcha en la búsqueda de mejores mecanismos de producción de energía que no afecte el medio ambiente y eleve el desarrollo de los Países.

Es así, como se empiezan las investigaciones en el campo de las Energías Alternativas, donde aprovechamos recursos renovables que la misma naturaleza nos brinda, como por ejemplo el calor interno de la tierra.

La Energía Geotérmica, se basa en el aprovechamiento energético del calor del subsuelo, donde, dependiendo de la temperatura de la tierra, podemos producir energía eléctrica mediante procesos de transferencia de calor en yacimientos de alta temperatura. La geotermia puede constituir una buena opción energética en vista que se la puede utilizar no solo para la generación eléctrica, sino para una multitud de aplicaciones directas como; el calentamiento de invernaderos, balnearios, piscicultura y otros.

Debido a la geomorfología de Ecuador, la Energía geotérmica es una potencial opción para la obtención de energía, al ser una energía limpia, eficiente, duradera, económica y sin daños al medio ambiente.

ANTECEDENTES

Unos 3.500 años antes de Cristo, ya apreciaban la práctica de los baños termales y la utilización de barros termo-minerales, pero fueron griegos y, posteriormente, romanos los que dejaron numerosos ejemplos de la aplicación de la energía geotérmica en la calefacción urbana y en las tradicionales termas y baños públicos.

A partir de la década de los setenta se inicia, en diversas partes del mundo, una intensa actividad de exploración e investigación de recursos geotérmicos al objeto de utilizarlos para producción de energía eléctrica o para calefacción y agua caliente.

Es también a partir de esa década, como consecuencia de las alzas de los precios del crudo, pero particularmente a partir de la década de los noventa, bajo la presión de las exigencias ambientales y, más particularmente, de la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, cuando el empleo de bombas de calor geotérmicas empieza a conocer un desarrollo prometedor a nivel internacional.

El Ecuador dispone de tres principales fuentes económicas de energía primaria para fines de la generación eléctrica: hidroenergía, gas natural y geotermia (Banco Mundial, 1986).

La exploración de los recursos geotérmicos se inició en 1978, bajo la responsabilidad del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), que estuvo empeñado en explorar los recursos aptos para la generación eléctrica. Entre 1979

y 1985, estas actividades concitaron un apreciable interés y consiguiente nivel de respaldo.

En agosto de 1984, el Gobierno de Italia y la OLADE formalizaron un instrumento mediante el cual se concretó la asignación de un aporte no reembolsable, que sería administrado por la OLADE, para financiar el Estudio de Pre factibilidad del Proyecto Binacional Chiles - Cerro Negro - Tufiño, que concluyó en diciembre de 198. Los estudios de superficie desarrollados por el INECEL, han permitido identificar y sustentar el interés que, para un eventual desarrollo geo termoeléctrico, presentan las siguientes áreas Tufiño - Chiles - Cerro Negro, Chachimbiro, y Chalupas. Todas ubicadas en la sierra norte y tienen como ventaja la de estar bastante cerca de las líneas de transmisión del Sistema Nacional Interconectado. Una segunda opción para el aprovechamiento de la energía geotérmica en el Ecuador representa el uso directo de los fluidos de media y baja entalpía en procesos industriales que utilizan agua caliente y la consiguiente sustitución de los derivados del petróleo, principalmente diesel.

En la actualidad la Escuela Superior Politécnica del Ejército y la Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia y Tecnología SENACYT llevan a cabo el proyecto para incursionar en la producción de energía eléctrica con plantas geotérmicas. Según los estudios de la ESPE, se podrían obtener 534MW, como mínimo, de Chachimbiro, Chalupas y Tufiño.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de tesis nace con el objetivo de que el país se interese en nuevas fuentes de energía como la geotermal, pues es un recurso que está a nuestro alcance al encontrarnos sobre el cinturón de fuego.

La región interandina de nuestro país está atravesada por varias cadenas montañosas en las que se destaca al menos una decena de volcanes, varios de ellos activos y a corta distancia unos de otros, solo en la provincia de Chimborazo contamos con los volcanes Chimborazo y Altar, razón por la cual la energía geotérmica como alternativa de fuente energética es una gran opción para el desarrollo de nuestra provincia y país, dado que se puede aprovechar sus usos directos del calor como, acelerar el crecimiento de los peces en la piscicultura, secado de productos agrícolas y forestales, provisión de agua caliente para fines industriales y recreativos, también como calentamiento de espacios de viviendas en comunidades.

Indudablemente la demanda de energía continuara creciendo, las economías se están expandiendo al igual que la población aun cuando hoy en día más de dos mil millones de personas en el mundo no disfrutan de la electricidad, no obstante estas presiones, también hay una toma de conciencia entre la población acerca de los impactos que el uso de los compuestos fósiles están ejerciendo sobre el planeta, entonces la geotermia constituye una significativa opción energética para

el desarrollo sustentable en varias zonas donde la energía es inaccesible u
onerosa es decir en zonas rurales de nuestra provincia y país

OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un inventario de fuentes geotérmicas de baja entalpia con su respectiva caracterización, en la provincia de Chimborazo y proponerla creación de un centro de investigación de energía geotérmica en la ESPOCH.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los lugares donde existan manifestaciones termales.
- Evaluar la termalidad en cada fuente.
- Crear la cartografía con las respectivas coordenadas para su localización haciendo uso de los sistemas de información geográfica (GIS).
- Analizar las propiedades físicas y químicas de las fuentes geotérmicas, para el análisis de su potencial en la región y sus posibles aplicaciones.
- Esquematizar la creación de un Centro de Investigación dedicado al aprovechamiento de los recursos geotérmicos de la Provincia y del País.
- Dar a conocer a nivel provincial y nacional el potencial en recursos geotérmicos que posee la provincia de Chimborazo.

1 CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 ENERGÍA Y PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS

1.1.1 DEFINICIÓN DE ENERGÍA

La energía es una magnitud física con la capacidad de producir variación en el estado o movimiento de la materia, mediante los procesos de calor o trabajo respectivamente, esta no se crea ni se destruye sino que se transforma y se transmite en un medio material o en el vacío absoluto. Cabe resaltar que el trabajo no es una forma de energía, es el proceso para transformarla, transmitirla o intercambiarla, de igual manera que el *calor* es el proceso para transmitirla cuando existe una diferencia de temperatura entre sistemas multiparticulados interactuantes.

La energía se manifiesta bajo diversas formas las cuales para el caso podríamos llamarlas: energía calorífica, electromagnética, eléctrica, nuclear, mecánica, química, entre otras formas. Existen también diferentes clases de trabajo, tales como mecánico, eléctrico o el osmótico. En la naturaleza, todos aquellos procesos que utilizan y transfieren energía en cualquiera de sus formas, están regidos por la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica.⁽¹⁾

1.1.2 PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS

La termodinámica puede definirse como el área de la física que estudia la transferencia de energía mediante procesos como el calor y el trabajo. Sabemos

⁽¹⁾http://www.conama.cl/educacionambiental/1142/articles-29099_recurso_8.pdf

que se efectúa trabajo cuando la energía se transfiere de un cuerpo a otro por medios mecánicos. El calor es transferencia de energía de un cuerpo a otro cuerpo que se encuentra a menor temperatura del primero. Es decir, el calor resulta ser muy semejante al trabajo. El calor se define como una transferencia de energía debida a una diferencia de temperatura, mientras que el trabajo es una transferencia de energía que no se debe a una diferencia de temperatura.

Al hablar de termodinámica, con frecuencia se usa el término "sistema". Por sistema se entiende un objeto o conjunto de objetos que deseamos considerar. El resto, lo demás en el universo, que no pertenece al sistema, se conoce como su "ambiente". Se consideran varios tipos de sistemas. En un sistema cerrado no entra ni sale masa, contrariamente a los sistemas abiertos donde sí puede entrar o salir masa.

Es imprescindible establecer una clara distinción entre tres conceptos básicos: temperatura, calor y energía interna. Como ejemplo ilustrativo, es conveniente recurrir a la teoría cinética de los gases, en que éstos sabemos están constituidos por numerosísimas moléculas en permanente choque entre sí. La *temperatura* es una medida de la energía cinética media de las moléculas individuales.

El *calor* es un mecanismo para la transferencia de energía, como energía térmica, de un objeto a otro debida a una diferencia de temperatura. La *energía interna* (o térmica) es la energía total de todas las moléculas del objeto, o sea incluye energía cinética de traslación, rotación y vibración de las moléculas, energía potencial en moléculas y energía potencial entre moléculas.

Se muestran en la **Fig. 1.1** dos barras calientes de un mismo material de igual masa y temperatura. Entre las dos tienen el doble de la energía interna respecto de una sola barra. Notemos que el flujo de energía entre dos objetos depende de sus temperaturas y no de cuánta energía térmica o interna tiene cada uno. Como regla tendremos que “El flujo de energía es siempre desde el objeto a mayor temperatura hacia el objeto a menor temperatura”.

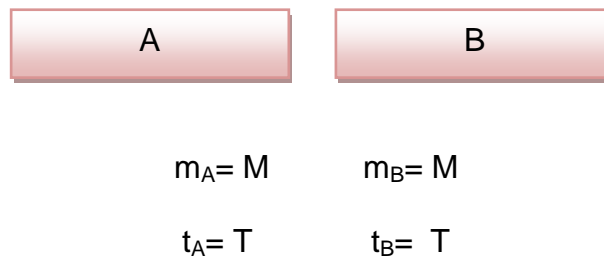


FIGURA 1-1 Energía Interna del cuerpo A y B

1.1.2.1 Primera ley de la Termodinámica

Se refiere a la conservación de la energía en un sistema, se enunció anteriormente que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma o se transmite por lo cual en un sistema tendremos que:

$$\Delta E_{sistema} = E_{entra} - E_{sale} \quad (1.1 a)$$

También podemos expresar:

$$\Delta U = Q - W \quad (1.1 \text{ b})$$

La variación en la energía interna en el sistema = Calor agregado (Q) - Trabajo efectuado por el sistema (W)

El signo negativo indica que W es el trabajo realizado por el sistema. Para entender esta ley, es útil imaginar un gas encerrado en un cilindro, una de cuyas tapas es un émbolo móvil y que mediante un mechero podemos agregarle calor.

Fig. 1.2 El cambio en la energía interna del gas estará dado por la diferencia entre el calor agregado y el trabajo que el gas hace al levantar el émbolo contra la presión atmosférica.

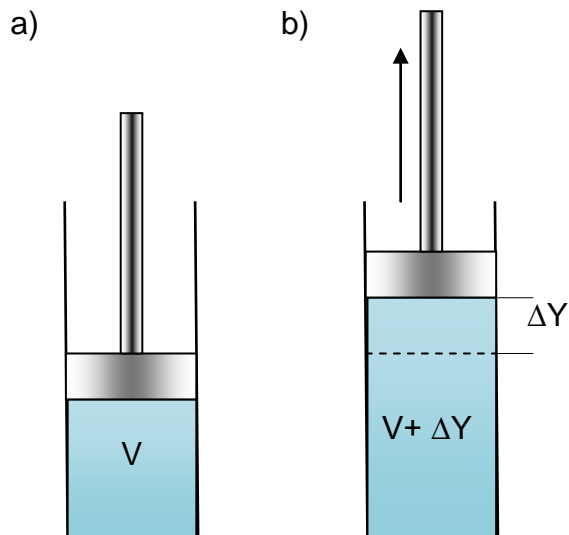


FIGURA 1-2 Cambio de Energía Interna de un Gas

Se muestra en (a) un gas encerrado en un cilindro dotado de un émbolo móvil. El gas está en equilibrio, ocupando un volumen V y ejerciendo una presión uniforme P sobre las paredes del cilindro y el émbolo. Si el émbolo tiene un área A , la fuerza que el gas ejerce sobre el émbolo será: $F=P \cdot A$.

El gas se expande como se muestra en (b), Δy será positivo y el trabajo realizado por el gas también será positivo. (Si el gas se comprimiera, sería negativo y el trabajo realizado por el gas también será negativo. En este caso, el trabajo negativo se puede interpretar como un trabajo que se realiza sobre el sistema. Cuando el volumen permanece constante, el trabajo realizado por o sobre el sistema será cero)

1.1.2.2 Segunda Ley de la Termodinámica

La primera ley nos dice que la energía se conserva, pero la igualdad expresada en la ecuación (1.1 b) tiene restricciones, los procesos tienen dirección y no son reversibles, además es imposible transformar o transmitir toda la energía del sistema mediante los procesos calor y trabajo en otro tipo de energía o movimiento sin obtener pérdidas, para esto surge otra magnitud física llamada **Entropía (S)**, que permite determinar la parte de la energía que no puede ser empleada para producir trabajo.

La entropía es una función de estado siempre mayor que cero y crece en el transcurso del proceso, haciéndolo irreversible. Si dos cuerpos multiparticulados interactúan entre si y poseen diferente temperatura, el calor que es el proceso por

medio del cual fluye la energía lo hará siempre desde el de mayor al de menor temperatura, nunca de forma contraria.

Para explicar esta falta de reversibilidad se formuló la segunda ley de la termodinámica, que tiene dos enunciados equivalentes:

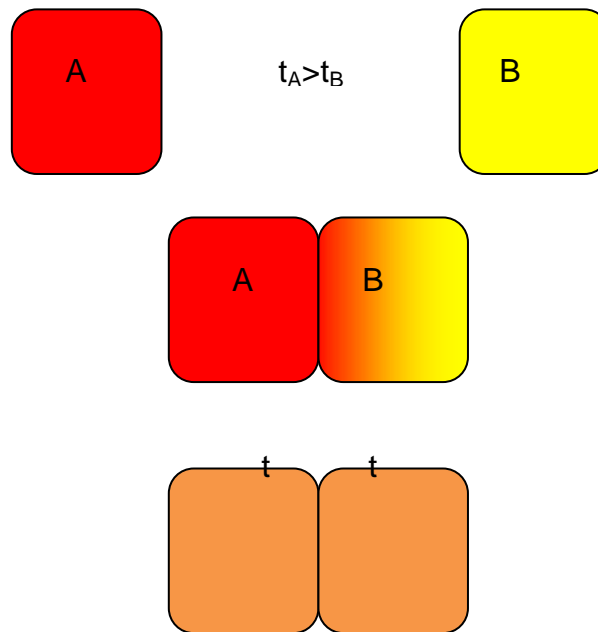


FIGURA 1-3Flujo del Calor.

Enunciado de Kelvin - Planck: *“Es imposible construir una máquina térmica que, operando en un ciclo, no produzca otro efecto que la absorción de energía desde un depósito y la realización de una cantidad igual de trabajo”.*

Enunciado de Clausius: *"Es imposible construir una máquina cíclica cuyo único efecto sea la transferencia continua de energía de un objeto a otro de mayor temperatura sin la entrada de energía por trabajo."*

La segunda ley establece los procesos de la naturaleza pueden ocurrir y cuáles no. Por ejemplo, **en la Figura 1-3** cuando ponemos en contacto térmico dos cuerpos a distinta temperatura (A) y (B), si tenemos que la $t_A > t_B$ sabemos que el calor fluye del cuerpo con mayor temperatura al de menor temperatura. Luego de cierto tiempo de ponerlos en contacto alcanzaran una temperatura t igual para ambos cuerpos. Este es el ejemplo de un proceso irreversible.⁽²⁾

1.1.2.3 Tercera Ley de la Termodinámica

La tercera ley tiene varios enunciados equivalentes: *"No se puede llegar al cero absoluto mediante una serie finita de procesos"*

Es la energía que entra desde el "mundo exterior" lo que impide que en los experimentos se alcancen temperaturas más bajas.

El cero absoluto es la temperatura teórica más baja posible y se caracteriza por la total ausencia de calor.

Es la temperatura a la cual cesa el movimiento de las partículas. El cero absoluto (0 K) corresponde aproximadamente a la temperatura de $-273,16^\circ\text{C}$.

"La entropía de cualquier sustancia pura en equilibrio termodinámico tiende a cero a medida que la temperatura tiende a cero". "La primera y la segunda ley de la termodinámica se pueden aplicar hasta el límite del cero absoluto, siempre y

⁽²⁾<http://jfinternacional.com/mf/termodinamica.html>

cuando en este límite las variaciones de entropía sean nulas para todo proceso reversible".

1.1.2.4 Ley cero

Consideramos ahora tres subsistemas A, B y C, separados dos de ellos, A y B, por una pared adiabática, y C separado de A y B por paredes diatérmicas. Se observa experimentalmente que si, en virtud del equilibrio térmico, A-C y B-C están en equilibrio térmico, también lo están A-B, a pesar de no estar separados por una pared diatérmica, esto bien podría comprobarse permutando el tipo de pared entre los subsistemas A-B-C **Figura 1.3**. Esto equivale a decir que la propiedad "equilibrio térmico" es *transitiva*.

Esto constituye el llamado Principio Cero de la Termodinámica, por el cual la existencia del equilibrio térmico entre dos sistemas puede verificarse a través de un sistema intermedio llamado termómetro, sin necesidad de que los dos sistemas estén necesariamente en contacto a través de una pared diatérmica.

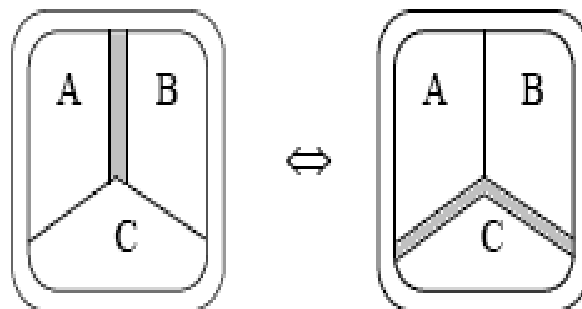


FIGURA 1-4Equilibrio Térmico

Fuente: www.textoscientificos.com/fisica/termodinamica/temperatura-ley-cero

Si dos sistemas A y B están en equilibrio térmico cada uno de ellos con un tercero C, los sistemas A y B están en equilibrio térmico entre sí.⁽³⁾

1.1.3 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA TÉRMICA

Los cuerpos no poseen calor, sino energía interna, el mecanismo de transferencia de energía (Calor) entre dos cuerpos a distinta temperatura se da por conducción, convección y radiación.

1.1.3.1 Conducción Térmica

Este mecanismo de transferencia de energía térmica, requiere de contacto directo de las moléculas del cuerpo o de los cuerpos en contacto para transmitirla.

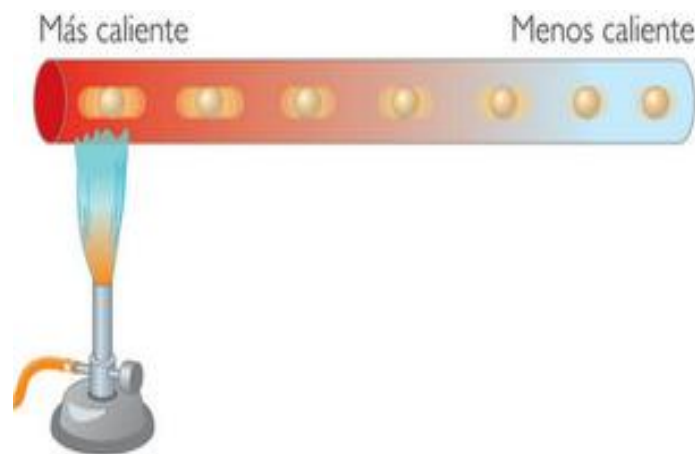


FIGURA 1-5Conducción Térmica

Fuente:<http://jfinternational.com/mf/termodinamica.html>

³<http://www.textoscientificos.com/fisica/termodinamica/temperatura-ley-cero>

Al calentar un cuerpo sus partículas vibrarán con mayor frecuencia, chocando con la vecina inmediata, está también vibrando repitiéndose el proceso con la partícula que se encuentre a continuación de esta, hasta llegar al equilibrio térmico, aquí no existirá movimiento macroscópico de la materia de los cuerpos en contacto y es característico de los cuerpos en estado sólidos.

1.1.3.2 Convección Térmica

La convección térmica, propia de los fluidos requiere del contacto directo entre partículas, al igual que en la conducción, pero se diferencia de esta debido a que si una partícula vibra a mayor frecuencia no necesariamente transferirá toda su energía a la partícula inmediata siguiente, sino que viajará a través del fluido chocando repetidamente con otras partículas, cediendo parte de esta energía en cada choque.



FIGURA 1-6 Convección aire en un hornillo

Fuente: <http://nea.educastur.princast.es/.htm>

Los fluidos al calentarse aumentan su volumen, por lo que la densidad disminuye, aquellas partículas con más energía ascenderán haciendo desplazar hacia el fondo del recipiente aquellas de menor temperatura existiendo movimiento visible de la materia.

1.1.3.3 Radiación Térmica

La radiación electromagnética que se produce a causa del movimiento térmico de los átomos y moléculas de la sustancia se denomina radiación térmica o de temperatura. La radiación térmica se origina a costa de la energía interna del cuerpo. El espectro de la radiación térmica es continuo y contiene longitudes de onda que pueden variar desde la longitud de onda de los rayos X hasta la longitud de onda que se capta por los radios comunes. La distribución de energía en el espectro de radiación térmica depende de la temperatura del cuerpo que la emite.



FIGURA 1-7Radiación Térmica

Fuente:<http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/revolucion%20cientifica.htm>

A temperaturas bajas (alrededor de 300°C) predomina la radiación infrarroja de longitudes de onda entre 800 y $4000\eta m$ aproximadamente que es invisible para el ojo humano. A temperaturas altas (más de 800°C) en el espectro aparecen longitudes de onda más cortas ($400 - 800\eta m$) que corresponden a la parte visible y ultravioleta del espectro. A la temperatura de 800°C el cuerpo emite suficiente energía y parece rojo. Y la de 3000°C la energía radiante contiene muchas ondas de longitud de onda más corta y el cuerpo parece prácticamente blanco.⁽⁴⁾

1.2 RECURSOS ENERGÉTICOS

1.2.1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de energía y por lo tanto de hacer uso de fuentes energéticas es inherente a la condición de ser vivo de los seres humanos. Esta necesidad, que comparte con otros seres vivos, se hace más compleja en nuestra especie por la diversidad de actividades que tiene que realizar para satisfacer sus necesidades biológicas, sociales, económicas, culturales y tecnológicas.

Desde la aparición de los primeros grupos humanos, durante la prehistoria, la especie humana ha requerido de la utilización de diversas fuentes de energía para el desarrollo de sus actividades. En un primer momento, la *energía solar* constituyó la fuente primaria para la iluminación y calefacción diurna.

Posteriormente el descubrimiento del *fuego* marcó un hito en la historia de la especie, como una forma de energía esencial para la calefacción y cocción de alimentos, así como para la iluminación nocturna. La *energía hidráulica* y *eólica*,

⁽⁴⁾http://www.fisica.uh.cu/bibvirtual/fisica_aplicada/fisicaIII/tekct/radi.htm

fueron utilizadas principalmente como medio que facilitó la navegación y el transporte en varias etapas de la evolución cultural hasta la actualidad. Así mismo, otras diversas actividades humanas, que requieren de variadas formas de energía, son la evidencia histórica de la imperiosa necesidad de los seres humanos por disponer de este recurso para su desarrollo social y económico.

Al final del siglo pasado los humanos usábamos energía a nivel mundial a una razón equivalente al calor producido al quemar 13 mil millones de toneladas de carbón cada año, un consumo constante equivalente a 13 Tera watts. Cerca del 80% de esta producción provenía del petróleo, carbón y gas natural de combustibles fósiles, con un poco más del 5% proveniente de energía hídrica y una cantidad similar de fisión nuclear.

El restante 10% fue suministrado por combustibles tradicionales como son la madera y los desechos. Esta cantidad (13 TW) equivalía exactamente a un promedio de 2,5 kW por persona para cada uno de los 5 mil millones de habitantes que había en el planeta.

En la actualidad, el aumento del tamaño de la población, en conjunto con el aumento del parque automotriz, el acceso paulatino a mejores tecnologías, no sólo en el ámbito empresarial e industrial, sino además en el bienestar domiciliario y el gran desarrollo experimentado por los medios de comunicación; son factores que han conducido a una alta dependencia del recurso energético en cualquiera de sus formas. Los principales usos de la energía responden a los requerimientos de los sectores transporte y comunicaciones y la iluminación y termo energía

industrial y domiciliaria. Esta alta dependencia y consumo del recurso energético, en cualquiera de sus formas, nos ha conducido a una situación extrema, en primer lugar debido a las constantes alzas del petróleo y sus derivados en el mercado internacional, y en segundo lugar, por las condiciones climáticas de sequía de los últimos años, lo que ha limitado la producción de hidroelectricidad en forma suficiente y continua para el funcionamiento del país.

Estos factores, naturales y socioeconómicos, nos han conducido a la llamada "crisis energética", lo que ha tenido diversos efectos negativos sobre la economía de cualquier país. Desde este punto de vista es imperativo promover la producción y utilización "in situ" de energías renovables capaces de disminuir los costos de producción no sólo para el sector urbano, sino que especialmente para el sector rural, principalmente en aquellas zonas que por su lejanía a las fuentes de producción de energía, no tienen acceso a fuentes de mejor calidad y rendimiento.

Diversos tipos de energía alternativa se han propuesto a nivel mundial, a través de proyectos tecnológicos ejecutados y promovidos por entidades universitarias, estatales y particulares.

1.2.2 FUENTES DE ENERGÍA EN LA NATURALEZA

En la naturaleza el 99,98 % de la energía proviene del sol como energía radiante y equivale a 173.000×10^{12} W. De esta energía, el 77% es reflejada o devuelta al exterior. Sólo el 23% es retenido en la tierra, donde la casi totalidad (40.000×10^{12} Watt) se emplea en el ciclo hidrológico (evaporación, convección, precipitación y corrientes de agua, entre otras formas) y una pequeña fracción (370×10^{12} W ó 0,214 %) da lugar a olas, vientos y fenómenos de convección en la atmósfera.

Una fracción menor (40×10^{12} W ó 0,023 %) es capturada por las plantas en el proceso de fotosíntesis e ingresa de esta forma al sistema trófico que sustenta la vida sobre la tierra. Igualmente, parte de esta energía es almacenada como combustible fósil en forma de carbón, petróleo, esquistos bituminosos y gas natural.

La energía gravitacional, resultante de la interacción de la tierra con el sol y la luna, es del orden de 3×10^{12} Watt ó 0,002 % de la energía solar. La energía geotérmica llega a la superficie terrestre por conducción a través de las rocas a razón de 32×10^{12} Watt ó 0,0002 % de la energía solar.⁽⁵⁾

1.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA

Las fuentes de energía en la naturaleza se clasifican como Renovables y No Renovables.

⁽⁵⁾http://www.conama.cl/educacionambiental/1142/articles-29099_recurso_8.pdf

Se denomina **energía renovable** a la que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente, es decir, su cantidad disponible en la tierra no disminuye a medida que se aprovecha. La principal fuente de energía renovable es el sol. El sol envía a la Tierra únicamente energía radiante, es decir: luz visible, radiación infrarroja y algo de ultravioleta.

Sin embargo en la atmósfera produce una variedad de efectos, algunos de los cuales tienen importancia como recurso energético, tal es el caso de la energía eólica, la energía propia de la biomasa, la diferencia de temperaturas oceánicas y la energía de las olas.⁽⁶⁾

La **energía no renovable** es aquella que está almacenada en cantidades inicialmente fijas, comúnmente en el subsuelo terrestre. A medida que se consume un recurso no renovable, se va agotando. Las reservas disponibles están sujetas a la factibilidad técnica y económica de su explotación, al descubrimiento de nuevos yacimientos y al ritmo de extracción y consumo.

Entre las fuentes de energía no renovable se encuentran la energía extraída de fósiles, como el petróleo y sus derivados; gas natural; carbón mineral; energía geotérmica y energía nuclear, entre otras formas.

1.2.4 ENERGÍAS RENOVABLES:

1.2.4.1 FUENTES NATURALES

a) Energía solar La energía solar está constituida simplemente por la porción de la luz que emite el sol y que es interceptada por la Tierra. La distribución de esta

⁽⁶⁾<http://www.quimica.urv.es/~w3siiiq/DALUMNES/99/siiq51/Ere.html>

radiación solar no es uniforme en la superficie del globo terrestre. Las regiones polares, alejadas del Ecuador Terrestre, reciben poca radiación solar por lo que la temperatura en esas zonas es extremadamente baja. Se ha estimado que la cantidad de energía solar que llega a un metro cuadrado de superficie terrestre por cada minuto fluctúa entre 0 y 5 J.

En cuanto a los usos de la energía solar, la iluminación es una de las formas básicas de utilización, como iluminación diurna de recintos. Otra forma de uso de energía solar es la térmica, cuyo aprovechamiento se logra por medio del calentamiento de algún ambiente. La climatización de viviendas, calefacción, refrigeración, secado; son algunas aplicaciones térmicas.

b) Energía Geotérmica. En la naturaleza, la energía térmica se manifiesta también bajo la corteza terrestre y como efecto de esta acumulación de energía subterránea, surgen las fuentes geotermales. Estas fuentes consisten en agua que al tomar contacto con la roca caliente, absorbe energía y dada la alta presión generada, aflora hacia la superficie de la tierra a elevadas temperaturas, con gran fuerza y velocidad.

c) Energía Eólica: Es la energía que se extrae del viento. Esta energía es derivada de la energía solar, porque una parte de los movimientos del aire atmosférico se deben al calentamiento causado por el sol. El 20% de la energía solar que llega a la tierra se convierte en viento. Las aplicaciones más comunes son: transporte y deportes marítimos (veleros, windsurf), bombeo de agua y generación eléctrica.

d) Energía Química: Una de las formas más antiguas de aprovechamiento de la energía sobre la Tierra es la fotosíntesis. Mediante este proceso las plantas aprovechan la energía luminosa y sintetizan compuestos químicos orgánicos, principalmente hidratos de carbono, que son la base bioquímica para sintetizar otros compuestos.⁽⁷⁾

1.2.4.2 FUENTES ARTIFICIALES O ELABORADAS

a) Energía Hidroeléctrica: El agua es uno de los grandes recursos energéticos con que contamos. La energía hidroeléctrica es la que proviene del aprovechamiento de la energía potencial acumulada en el agua y que al caer desde cierta altura se convierte en energía cinética, una vez ha caído, una buena parte de dicha energía cinética se transforma en energía eléctrica por medio de los transformadores conectados a las turbinas.

La energía hidroeléctrica es inagotable, limpia y no contaminante. Como contrapunto, hay que señalar que para su obtención es necesaria la construcción de pantanos que en muchas ocasiones causan un impacto ambiental ya que alteran el ecosistema fluvial y su construcción es costosa.⁸

1.2.5 ENERGÍA NO RENOVABLE

Energía fósil: Fuentes naturales

Se llama energía fósil a la que se obtiene de la combustión de ciertas sustancias que, en tiempo geológico desde hace millones de años, se produjeron en el

⁽⁷⁾<http://www.quimica.urv.es/~w3siiiq/DALUMNES/99/siiq51/Ere.html>

⁽⁸⁾<http://www.energias.org.es/m-energia-hidroelectrica.html>

subsuelo a partir de la acumulación de grandes cantidades de residuos de seres vivos, principalmente, de restos vegetales, lo que constituye la fuente natural de este tipo de energía.

Energía fósil: Fuentes elaboradas o artificiales

a) El Petróleo y sus derivados: El petróleo es una mezcla de una gran variedad de hidrocarburos en fase líquida, mezclados con diversas impurezas. Por procesos químicos de destilación, se obtienen los distintos tipos de gasolinas, el diesel, la parafina, la turbosina, la tractolina, entre otros compuestos.

b) Gas natural: Está compuesto principalmente de gas metano y corresponde a la fracción más liviana de los hidrocarburos, por lo que se encuentran en los yacimientos en estado gaseoso.

c) Carbón mineral: Consiste principalmente en carbono de origen fósil, que se encuentra en yacimientos del subsuelo. A nivel mundial.

d) Energía Nuclear: La energía nuclear se obtiene de la modificación de los núcleos de algunos átomos, muy pesados o muy livianos. En esta modificación, cierta fracción de su masa se transforma en energía. La liberación de la energía nuclear, por tanto, tampoco involucra combustiones, pero si produce otros subproductos agresivos para el ambiente. Se destacan como procesos para obtener energía la fusión y la fisión nuclear. ⁽⁹⁾

⁽⁹⁾http://www.conama.cl/educacionambiental/1142/articles-29099_recurso_8.pdf

1.3 PROBLEMAS DE ENERGÍA A NIVEL MUNDIAL

1.3.1 ENERGÍA Y SOCIEDAD

En la civilización moderna, la disponibilidad de energía está fuertemente ligada al nivel de bienestar, a la salud y a la duración de vida del ser humano. En realidad vivimos en una sociedad que se podía denominar como "energívora". En esta sociedad, los países más pobres muestran los consumos más bajos de energía, mientras que los países más ricos utilizan grandes cantidades de la misma. Sin embargo este escenario está cambiando de forma drástica, cambio que se acentuará en los próximos años, donde serán precisamente los países en vías de desarrollo quienes experimenten con mayor rapidez un aumento en su consumo de energía debido al incremento que tendrán tanto en sus poblaciones como en sus economías.

1.3.2 ÁMBITO MUNDIAL

Se prevé que el consumo de energía en el mercado experimente un incremento medio de un 2,5% por año hasta 2030 en los países ajenos a la OCDE (*Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*), mientras que en los países miembros será tan solo del 0,6%; así, durante este periodo, los países OCDE incrementarán su demanda energética en un 24%, mientras que el resto de países lo harán al 95%.

Tabla I Consumo total de energía.

Unidades: cuatrillones unidades térmicas inglesas En cifras, el uso total de energía en el mundo crecerá:

AÑO	2010	2015	2020	2025	2030
BTU	511	559	607	654	702

Las economías emergentes serán, con mucho, las responsables del crecimiento proyectado en el consumo de energía dentro del mercado en las dos próximas décadas. La actividad económica medida por el producto interior bruto como medida del poder adquisitivo, se espera que se incremente en un 5,3% por año en los mercados de los países fuera de la OCDE, frente al 2,5% de los países miembros.

Se prevé que el mantenimiento del predominio de los combustibles fósiles implicará un incremento de las **emisiones mundiales de CO₂** superior al crecimiento del consumo de energía (2,1% anual por término medio). En 2030 las emisiones mundiales de CO₂ serán más del doble de las registradas en 1990. Con arreglo a las proyecciones para 2030, en la UE estas emisiones serán superiores a las registradas en 1990 en un 18%, mientras que en los EE.UU. el aumento será de cerca del 50%. Los países en vías de desarrollo, cuyas emisiones de CO₂

sólo representaban un 30% del total en 1990, serán causantes en 2030 de más de la mitad de las emisiones mundiales.⁽¹⁰⁾

1.3.3 CONSUMO DE ENERGÍA POR TIPO DE COMBUSTIBLE

La **Fig. 1.6** indica que los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), seguirán siendo los más utilizados en todo el mundo, básicamente por su importancia en el transporte y en el sector industrial. Para el resto, energía nuclear y energías renovables, también se espera que experimenten un aumento durante el mismo periodo, aunque mucho más suave.

El empleo de estos dos recursos energéticos puede verse alterado por cambios en las políticas o leyes que limiten la producción de gases de combustión que, de acuerdo con los trabajos de muchos científicos, están siendo los responsables directos del cambio climático.

Petróleo El consumo de petróleo en el mundo se espera que aumente 97 millones de barriles día en 2015 y 118 millones en 2030. En el año 2006, por ejemplo, la demanda anual era de 84,45 millones de barriles. La subida de los precios del petróleo impide un pronóstico sobre el consumo en muchas partes del mundo, particularmente en mercados consolidados y economías de transición.

⁽¹⁰⁾<http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/index.htm>

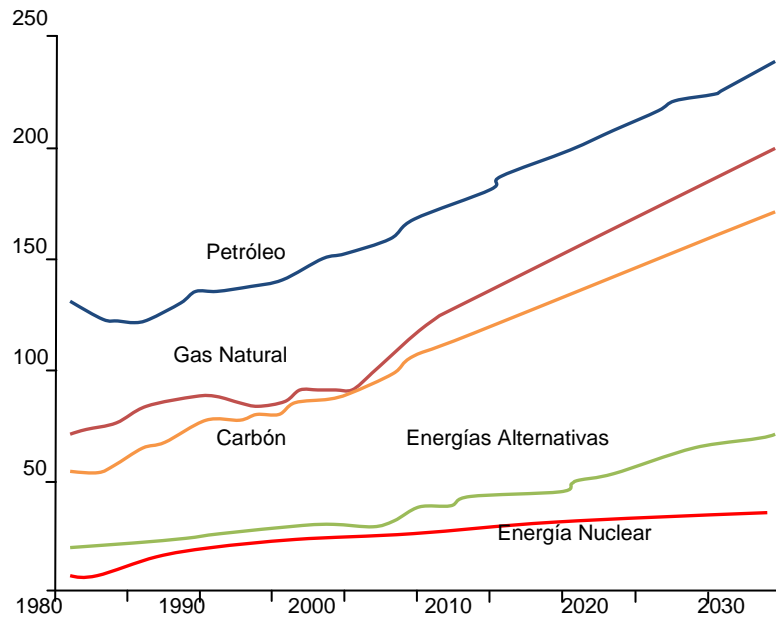


FIGURA 1-8 Consumo de energía por tipo de combustible. Real antes de 2010 previsiones hasta 2030 en Cuatrillones de BTU

Fuente: <http://www.energiasrenovables.ciemat.es>

La demanda de petróleo sería aún mayor si no se contara con las necesidades de los países emergentes como India y China. Así, para el caso de China, se prevé un crecimiento en el consumo de un 7,5% anual de 2002 a 2010, y a partir de esta fecha disminuir a un 2,9% hasta el año 2025. De acuerdo con el estudio, los miembros de la OPEC serán los más importantes suministradores de petróleo, representando un 60% del incremento previsto. Importantes incrementos de petróleo se esperan de suministradores de la zona del Caspio, Este de África y América central y del Sur.

Gas Natural: Se perfila como el recurso energético favorito y será el que experimente mayor aumento en el consumo. Hasta el 2030 se proyecta un

aumento en el consumo de gas del 63%, pasando de 100 trillones de pies cúbicos a 163 trillones de pies cúbicos, un aumento que solo puede ser comparable al que se prevé para el carbón. La previsión es que el gas natural continúe como una importante fuente de suministro para la generación de energía eléctrica, debido especialmente a su uso en la industria, que asume casi la mitad del gasto de gas (44%) en el mundo.

Esta elección se debe a que presenta una reducción en emisiones gaseosas (en comparación con el fuel). Casi el 50% del incremento de gas natural demandado hasta 2030 irá a parar a la producción de electricidad.

Carbón: De acuerdo con IEO, el consumo de carbón experimentará un crecimiento del 74% hasta el 2030 de 114.4 cuatrillones de BTU (2004) a 199,0 cuatrillones. Hasta el año 2015 el incremento medio del consumo será del 2,6%, crecimiento que se ralentizará hasta el 1,8% en el periodo 2015-2030.

Aunque el incremento en el uso de este combustible es general para todas las zonas geográficas, son los países ajenos a la OCDE los responsables del 85% del incremento, ya que en las economías avanzadas el carbón continúa siendo sustituido por el gas natural y las energías renovables.

El mercado global del carbón es grande y diverso, con diferentes productores y consumidores en cada continente. El suministro de carbón no llega desde una única zona, lo que haría que los consumidores dependieran de la seguridad del suministro y de la estabilidad en una región concreta.

Está distribuido en todo el mundo y el carbón se comercializa internacionalmente. No obstante, la mayor parte tanto del consumo como de la producción estará localizado en China, por lo que el comercio internacional descenderá, si no se tiene en cuenta el caso chino, en un 15% ⁽¹¹⁾

Energía Nuclear Antes del terremoto y tsunami en Japón dos hechos daban buenas perspectivas al consumo de Energía proveniente de centrales nucleares en todo el mundo: 1) la fuerte subida en los precios de los combustibles fósiles y 2) la entrada en vigor del Protocolo de Kioto. Además, las instalaciones nucleares existentes habían visto mejoradas sus capacidades, a lo que hay que sumar la extensión de la vida útil de muchas de ellas, especialmente en los países pertenecientes a la OCDE y a otros países en Europa y Eurasia. Se preveía que la generación eléctrica a partir de energía nuclear se incrementa a una tasa media del 1,3% hasta el 2030.

El debate se centra ahora en las perspectivas respecto al uso de la energía nuclear y su fuerte incidencia en el mercado energético global. La crisis nuclear en Japón va tener un impacto grave sobre el futuro de la industria nuclear mundial, y sería esperanzador que también limite el renacimiento nuclear en América Latina, que hasta el desastre de Fukushima tiene un incipiente plan de expansión, con la construcción de nuevas centrales nucleares tanto en Argentina, Brasil y México; y la utilización de reactores prototipos en Chile.

El acceso a la energía es un derecho pero la sostenibilidad debe ser (desde siempre y más que nunca de ahora en adelante) también una obligación. En el

⁽¹¹⁾<http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/index.htm>

mundo existen 442 reactores 31 que generan el 13,5% de la electricidad consumida. En Europa hay unas 150 centrales atómicas, muchas de ellas obsoletas o que han finalizado su vida útil. Alemania ha sido la primera potencia mundial que ha dado el primer paso para progresivamente discontinuar su plan nuclear, por lo que se espera una penetración de las energías renovables aún mayor. En esa misma línea, en las últimas semanas Suiza anunció su decisión de cerrar un par de centrales nucleares y limitar su plan nuclear, mientras que en Italia el gobierno de Berlusconi sometió el futuro del programa nuclear de su país a un referéndum que tuvo un resultado contundente: el 95% de los votantes rechazó la continuidad del uso de la energía nuclear.

Luego de Japón, solo cabe esperar que la incertidumbre y los crecientes costos relacionados con la energía nuclear se incrementen, convirtiendo a la energía nuclear – ya una fuente marginal en América Latina– en algo casi irrelevante para el futuro energético de la región, y evidenciando su falta de sustentabilidad e inviabilidad económica.

Generación eléctrica: La demanda de electricidad, de acuerdo con las últimas previsiones realizadas, crecerá fuertemente hasta el 2030. La producción a escala mundial crecerá un 2,4% anual, de los 16.424 billones de KWh a los 30.364 billones. La mayor parte de este crecimiento, como en el caso del carbón, se debe a las necesidades de las economías emergentes.

De hecho, para el año 2030 se prevé que las economías en desarrollo ya generen más electricidad que las desarrolladas, mientras que la demanda crecerá a una

tasa tres veces mayor en las primeras que en los segundos. En cuanto a las fuentes de producción de electricidad, se espera que el carbón siga siendo la principal materia prima utilizada, incluso en 2030, a pesar del crecimiento del gas natural. La generación de electricidad a partir del petróleo crecerá a un ritmo menor en los países desarrollados debido al incremento de precios del crudo, mientras que en las economías menos desarrolladas llegará incluso a descender a un ritmo del 0,3% anual.

Tan solo en Oriente Medio, donde las reservas son muy abundantes, se continuará usando el petróleo como fuente fundamental de provisión de electricidad.⁽¹²⁾

Hidroelectricidad y energías renovables: Se prevé un crecimiento a razón de 1,7% anual. Las renovables se beneficiarán, en principio, del mantenimiento de los altos precios de los combustibles fósiles, y de su atractivo como fuentes de energías poco contaminantes.

De hecho, son muchos los gobiernos que están llevando a cabo políticas de fomento de las energías renovables, incluso en situaciones en las que no podrían competir con los combustibles fósiles debido a su rentabilidad. No obstante, y a pesar de este crecimiento, las energías renovables perderán importancia relativa en la generación de electricidad a escala mundial: del 19% de 2004 al 16% de 2030, debido al mayor aumento en el uso del carbón y del gas natural. No obstante, las renovables controladas comercialmente, y no otros usos no

⁽¹²⁾ http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/key_messages_es.pdf

comerciales (por ejemplo, el biofuel usado en las economías más primitivas) que proporcionan energía a 2.500 millones de personas en todo el mundo.⁽¹³⁾

1.3.4 EMISIONES GASEOSAS

El dióxido de carbono (CO₂) es uno de los gases invernadero que permanecen durante más tiempo en la atmósfera. Las emisiones de CO₂ causadas por el hombre provienen principalmente de la combustión de combustibles fósiles para la producción de energía, siendo el centro del debate del cambio climático.

Las emisiones de CO₂ que están previstas para el periodo estudiado es que aumenten hasta un 33,9 en 2015 y 42,9 en 2030⁽¹⁴⁾. El incremento será menor en los países de la OCDE (0,8%) que en los no pertenecientes (2,6%).

Entre los primeros, será México el que experimente un crecimiento mayor (2,3%), mientras que el mayor crecimiento a escala mundial lo ostentará China, cuyas emisiones crecerán un 3,4% debido a su fuerte dependencia de los combustibles fósiles, especialmente el carbón. De hecho, en 2010 ya supera a Estados Unidos como principal emisor, y para el año 2030 ya superará el volumen emitido por los norteamericanos en un 41%.

Debido a la dependencia de los mercados emergentes con el carbón y el petróleo, incluso si estos países estuviesen comprometidos con el tratado de Kioto y por tanto redujeran sus emisiones de CO₂, el incremento de los gases procedentes de la producción de energía sería importante. De acuerdo con el estudio y asumiendo que los objetivos del tratado permaneciesen constantes durante el

⁽¹³⁾http://www.enovamarkets.com/data/files/magazines/enova_005.pdf

⁽¹⁴⁾<http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/index.htm>

periodo pronosticado, las emisiones de dióxido de carbono en el mundo aumentarían de 29,8 millones de toneladas en 2010 a 38,2 millones de toneladas en 2050⁽¹⁵⁾

1.3.5 TRATADO DE KIOTO

La **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)** fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Permite, entre otras cosas, reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático. En 1997, los gobiernos acordaron incorporar una adición al tratado, conocida con el nombre de Protocolo de Kioto, que cuenta con medidas más enérgicas (y jurídicamente vinculantes).⁽¹⁶⁾

El **Protocolo de Kioto sobre el cambio climático** es un protocolo de la CMNUCC, y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. Por ejemplo, si las emisiones de estos gases en el año 1990 alcanzaban el 100%, para el año 2012 deberán de haberse reducido como

⁽¹⁵⁾La verdad sobre el cambio climático». COP15Copenhagen, Naciones Unidas, Conferencia sobre Cambio climático

⁽¹⁶⁾http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_es.htm

mínimo al 95%. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5% como mínimo, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kioto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir. El instrumento se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El protocolo vino a dar fuerza vinculante a lo que en ese entonces no pudo hacer la CMNUCC.

Las expectativas sobre el tratado de Kioto para luego del 2012 son totalmente desalentadoras pues no se pudieron cumplir con los objetivos planteados cuando se lo propuso, gran parte debido a que los Estados Unidos uno de los mayores contaminantes del planeta no forma parte de este tratado y ha venido boicoteando el mismo. La XVII Cumbre de la ONU sobre Cambio Climático realizada en Durban Sudáfrica ha aprobado extender el Protocolo de Kioto después de 2012 y fijar una hoja de ruta para un acuerdo global de reducción de gases de efecto invernadero. Durban consiguió mantener vivo al Protocolo de Kioto, pero con respiración artificial. La Unión Europea, constituida en solitaria contraparte de los países en vías de desarrollo, se comprometió a emprender una segunda ronda de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero tras la expiración de las provisiones de Kioto en el 2012. A cambio, los demás países acordaron negociar un nuevo régimen de mitigación para el 2015 y ponerlo en vigencia en el 2020. Mientras tanto, la precaria salvación de Kioto prolonga la vida a un régimen cuyas

regulaciones no son aplicables a los principales contaminadores. China, responsable de 6.700 millones de toneladas de dióxido de carbono, se exime de asumir grandes obligaciones, dada su condición de país en vías de desarrollo. Rusia, Japón y Canadá decidieron no formar parte de este segundo periodo de compromiso del único tratado vigente sobre reducción de emisiones, que obliga sólo a las naciones industrializadas, excepto Estados Unidos emisor de 5.800 millones de toneladas de CO₂. La India, quinto lugar en la lista de contaminadores, está exenta de los esfuerzos de mitigación junto con el resto del mundo subdesarrollado, responsable del 58% de las emisiones totales.

El acuerdo global para reducir los gases de efecto invernadero, que debe ser adoptado en 2015 y entrar en vigor en 2020, era la condición impuesta por la Unión Europea (UE) para sumarse a un segundo periodo del Protocolo de Kioto, que expira en 2012. La cumbre de Durban también ha aprobado el mecanismo de funcionamiento del Fondo Verde para el Clima, que prevé ayuda de 100.000 millones de dólares anuales (unos 74.000 millones de euros) a partir de 2020 a los países en desarrollo para hacer frente al cambio climático. El acuerdo alcanzado en virtud del compromiso europeo intenta disminuir la división entre países pobres y ricos para hacer conciencia de la indispensable participación de todos. El propósito es la preservación del planeta, no la del Norte o la del Sur.

1.4 ANÁLISIS DE LA MATRIZ ENERGÉTICA ECUATORIANA

1.4.1 MATRIZ ENERGÉTICA ECUATORIANA

La matriz energética del Ecuador no hace sino reafirmar la característica de nuestro país como exportador de bienes primarios de bajo valor agregado e importador de bienes industrializados. En efecto, la contabilidad energética muestra que la producción nacional, que constituye el 90% de la oferta energética total, está concentrada en un 96% en petróleo crudo y gas natural, quedando las energías renovables (hidroelectricidad y biomasa) relegadas a un 4% de la producción nacional. En contrapartida, el segundo componente de la oferta energética, las importaciones que son el 10% restante de la oferta, corresponden en más del 90% a derivados de petróleo (GLP, diesel, nafta de alto octano y otros), además, dependiendo de las circunstancias se importa electricidad y otros productos no energéticos (lubricantes, etc.).

En la demanda energética, las exportaciones son el principal componente (64% del total), en tanto que la demanda doméstica apenas alcanza el 28% del total, y el 8% restante corresponde a pérdidas por transformación. Ahora bien, el 90% de las exportaciones son de petróleo crudo, el 9% restante de derivados de bajo valor agregado (fuel oil principalmente) y el resto (1%) corresponden a aceites de origen vegetal. La demanda doméstica se compone principalmente de derivados de petróleo (79%), electricidad (13%), biomasa -leña, bagazo y otros- (5%), y el resto (2%) productos no energéticos como carburantes y otros. Desde una

perspectiva sectorial la demanda doméstica se concentra en los sectores transporte (52%), industria (21%) y residencial (19%), el resto (8%) corresponde a los sectores: comercial y servicios (4%), y otros sectores de la economía (4%).

1.4.2 CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA

El cambio de la matriz energética es un esfuerzo de largo plazo. La actual matriz responde a una situación estructural que para ser modificada requiere: por una parte la construcción de la infraestructura necesaria para posibilitar el cambio, a través de proyectos estratégicos cuyo estudio, diseño y construcción requieren de plazos de varios años; por otra parte, presupone el cambio estructural de la economía, la transformación del modelo de especialización, el pasar de una economía primario exportadora a una economía productora de bienes industriales de alto valor agregado y una economía pos petrolera. Adicionalmente, las inversiones necesarias para cambiar la matriz energética requieren de cuantiosos recursos, sin embargo, la dilación en las inversiones solo traen aparejadas enormes pérdidas económicas e impactos ambientales altamente negativos que se prolongan mientras éstas no se realicen. Desde la óptica de la planificación, el período 2009-2013 es el más importante pues corresponde a la fase de implantación de los cimientos para el desarrollo de los grandes proyectos necesarios para reorientar al sistema energético nacional hacia un sistema eficaz, eficiente y amigable con el medio ambiente; este periodo es el de realización de estudios, análisis de factibilidad, evaluación de alternativas, ingeniería de detalle, definición del financiamiento, etc.

Adicionalmente, en el corto plazo, aquellos proyectos orientados al cambio de la matriz energética que ya han iniciado deben continuar desarrollándose al igual que proyectos de pequeña envergadura que son factibles de ejecutar. Concretamente, debemos continuar con el programa de sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores; con la importación de electrodomésticos eficientes energéticamente penalizando fuertemente a aquellos que sean de consumo ineficiente; con el desarrollo de proyectos de biocombustibles (de segunda y tercera generación) que no aumenten la frontera agrícola, es decir, en zonas degradadas o semidesérticas, cuidando sobre todo de no poner en riesgo la soberanía alimentaria; la producción de biocombustibles a partir de biomasa de desecho podría ser una alternativa importante. En las ciudades, será importante auspiciar proyectos de tratamiento integral de desechos, orientados al reciclaje y a la generación de abonos orgánicos y energía. La exploración del gas en la costa ecuatoriana debe continuar así como los proyectos de aprovechamiento del gas natural del Golfo de Guayaquil. Finalmente, la soberanía integral contempla también la soberanía energética, por lo que es importante desarrollar las capacidades productivas que nos permitan el autoabastecimiento energético, en particular, de electricidad.⁽¹⁷⁾

⁽¹⁷⁾<http://blogpnd.senplades.gob.ec/?p=3322>

1.5 GEOTERMIA

1.5.1 DEFINICIÓN

Geotermia es una palabra de origen griego, deriva de “geos” que quiere decir tierra, y de “thermos” que significa calor: el calor de la Tierra. Se emplea indistintamente para designar tanto a la ciencia que estudia los fenómenos térmicos internos del planeta, como al conjunto de procesos industriales que intentan explotar ese calor para producir energía eléctrica y/o calor útil al ser humano ⁽¹⁸⁾.

Entre las fuentes renovables, la energía geotérmica es la que ha demostrado con mayor seguridad factibilidad técnica y económica. Los recursos geotérmicos constituyen la energía derivada del calor que se extrae del subsuelo a través de los fluidos geotérmicos que surgen de procesos naturales o artificiales.

Los orígenes del calor interno de la Tierra se encuentran en los siguientes hechos:

- a.** Desintegración de isótopos radiactivos presentes en la corteza y en el manto, principalmente, uranio 235, uranio 238, torio 232 y potasio 40.
- b.** Calor inicial que se liberó durante la formación del planeta hace 4.500 millones de años, y que todavía está llegando a la superficie.
- c.** Movimientos diferenciales entre las diferentes capas que constituyen la Tierra, principalmente entre manto y núcleo.

⁽¹⁸⁾<http://orientacionsur.es/index.php/e-renovables/geotermica>

- d. **Cristalización del núcleo.** El núcleo externo (líquido) se está cristalizando continuamente, y en la zona de transición con el núcleo interno (sólido) se libera calor.

Los flujos continuos de calor hacia la superficie en ciertos puntos calientes de la corteza terrestre se originan por las grandes diferencias de temperatura entre la superficie de la tierra y las existentes en su interior, donde podemos concluir que la energía llega cada segundo a la superficie, en forma de calor por medio de: conducción, convección y radiación, donde dicha energía total es de 42×10^{12} J. De ese total, 8×10^{12} J provienen de la corteza de la tierra, la cual equivale sólo al 2% del volumen total del planeta, $32,3 \times 10^{12}$ J provienen del manto, el cual equivale al 82% del volumen total del planeta, y $1,7 \times 10^{12}$ J provienen del núcleo, que equivalen al 16% del volumen total y no contiene isótopos radiactivos.

1.5.2 EL FLUJO DE CALOR TERRESTRE

La energía térmica que se origina en el interior de la corteza del planeta, la misma que asciende lentamente hacia la superficie, debido a que las rocas de la corteza terrestre tienen una muy baja conductividad térmica. El flujo de calor se calcula multiplicando el gradiente geotérmico por la conductividad térmica de las rocas.

- a. **Gradiente geotérmico:** Es la variación de temperatura en función de la profundidad, expresado en °C/km.

b. Conductividad térmica: Es la capacidad que tiene un material para conducir el calor, ésta es una propiedad característica de cada material y se expresa en $W/m \cdot ^\circ C$. También se lo expresa en $J/(s \cdot ^\circ C \cdot m)$.

c. Flujo de energía: El producto de estas dos cantidades nos proporciona el flujo de energía, en forma de calor, por unidad de superficie y por unidad de tiempo y se expresa en W/m^2

La ecuación de conducción de calor viene dada por:

$$q = K_T(\Delta T/z)$$

Donde:

q (W/m^2) es el flujo de calor por metro cuadrado que fluye verticalmente a través de la Tierra.

ΔT es la diferencia de temperatura a la distancia vertical **z** , y

$\Delta T/z$ es el gradiente térmico.

K_T es la conductividad térmica del terreno (en $W/m^\circ C$) y es igual al flujo de calor por segundo que atraviesa un área de 1 metro cuadrado cuando el gradiente térmico es de $1^\circ C$ por metro en la dirección del flujo.

El gradiente geotérmico de la corteza terrestre tiene un valor medio de 3,3°C cada 100m, y se mide en sondeos mineros o petrolíferos con la ayuda de sondas térmicas.

La conductividad térmica se puede medir en el laboratorio analizando muestras de testigos de las formaciones geológicas.

El flujo de calor terrestre es del orden de 60 mW/m², se pueden medir valores de varias centenas de mW/m² en determinadas regiones con mayor gradiente geotérmico, en lugares incluso puede alcanzar varios millares de mW/m².

1.5.3 ENERGÍA GEOTÉRMICA

En la actualidad las reservas de combustibles fósiles como el petróleo están en vía de agotamiento, entonces es preciso desarrollar nuevas técnicas de producción de una energía duradera y exenta de emisiones contaminantes, la cual se encuentra justo debajo de nuestros pies: el calor de la Tierra.

La energía geotérmica se muestra como una de las energías más prometedoras y suscita un interés creciente en el conjunto de las estrategias que promueven la explotación de fuentes de energía versátil y renovable.

1.5.3.1 Definición

Energía geotérmica es la energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra.

Esta definición es oficial en Alemania (VDI 4640) y ha sido adoptada por el Consejo Europeo de Energía Geotérmica (EGEC). Engloba el calor almacenado en rocas, suelos y aguas subterráneas, cualquiera que sea su temperatura, profundidad y procedencia.⁽¹⁹⁾

Existen varias zonas de la superficie del planeta que presentan anomalías geotérmicas, que se originan por la ascensión, en ciertas condiciones, de parte de material fundido de las profundidades y que queda atrapado en espacios próximos a la superficie.

En estas zonas se dice que existen yacimientos geotérmicos, los cuales, a veces, se manifiestan en la superficie en forma de emanaciones gaseosas, aguas termales ó erupciones volcánicas.

Cuando el calor almacenado en los yacimientos geotérmicos se encuentra a profundidades razonables para poder extraerlo, con la tecnología existente, es posible aprovecharlo energéticamente.

Para poder extraer esta energía es necesaria la presencia de agua cerca de estas zonas calientes. La explotación de esta fuente de energía se realiza perforando el suelo y extrayendo el agua, su vapor, o una mezcla de ambos, que sirven de vehículo de transporte.

Parte del agua que fluye por la superficie de la tierra (producto de lluvia, de deshielo, de cursos de agua, etc.), se infiltra en el terreno y, a través de grietas y

⁽¹⁹⁾<http://www.altener.es/es/geotermica>

fracturas, puede alcanzar profundidades de varios cientos o hasta miles de metros (figura 21.6)

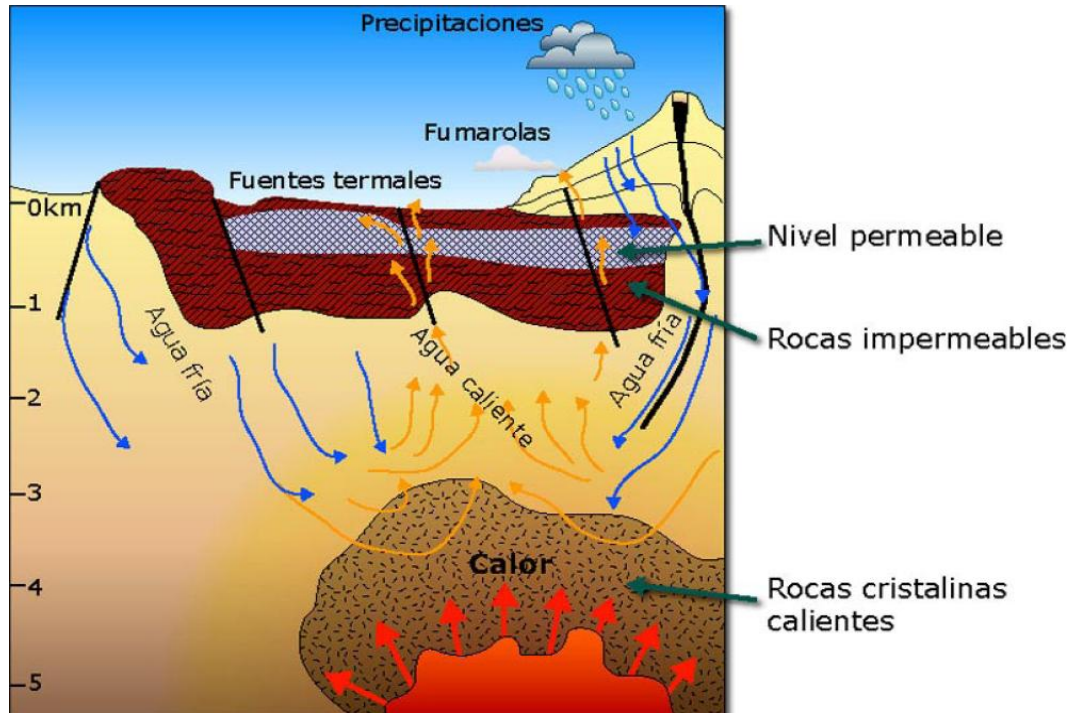


Figura 1-9: Acuíferos en zonas calientes

Fuente: <http://galeon.com/udlaprodu2/energias/geotermica1.pdf>

El agua, al encontrar en profundidad lechos de rocas suficientemente porosas, circula a través de los poros de dichas rocas. Esos estratos por los cuales circula agua se conocen como *acuíferos*. Si el acuífero se encuentra en una zona caliente, el agua que llena los poros de ese estrato tenderá a equilibrar la temperatura con la de la roca que la contiene.

Si la masa de agua acuosa que circula por un acuífero se encuentra con una zona de grietas y fisuras, el agua puede alcanzar la superficie del terreno

produciéndose entonces un manantial o vertiente. Si el acuífero se encuentra en una zona donde el gradiente hace que el agua alcance una temperatura suficientemente alta se producirá una manifestación hidrotermal.

1.5.3.2 Historia de La Energía Geotérmica

La existencia de fumarolas y de fuentes termales en las regiones volcánicas siempre han sido polos de atracción en todas las culturas, ya que las utilizaban para calentarse, cocer alimentos o bañarse.

Hace más de 10.000 años, los Paleo-Indios de América del Norte, ya usaban las aguas termales para cocinar alimentos y sus minerales con propósitos medicinales.

Las primeras civilizaciones, unos 3.500 años antes de Cristo, utilizaban los baños termales y la utilización de barros termo-minerales, pero fueron griegos y, posteriormente, romanos quienes dejaron diferentes tipos de aplicaciones de la energía geotérmica en la calefacción urbana y en las tradicionales termas y baños públicos, que se convirtieron en gigantescos centros de ocio que servían de negocio y salud.

En 1330 ya existió una red de distribución de agua caliente en una parte de Chaudes-Aigues, Francia la cual servía, al mismo, tiempo para lavar lana y pieles.



FIGURA 1-10 Aguas termales en Pamukkale (Turquía)

FUENTE: <http://trianguloequilatero.blogspot.com/2009/09/la-cascada-blanca-de-pamukkale.html>

Durante mucho tiempo, el hombre solamente ha utilizado el calor que afloraba de forma natural en la superficie del planeta sin explotarlo de forma artificial. Fue a partir del siglo XIX, donde, en búsqueda de mejores maneras de explotar el calor interno de la Tierra, se dio paso a los avances técnicos y el mejor conocimiento del subsuelo de la Tierra.

En 1827 el fundador de la industria geotérmica, el francés Francois Larderel, desarrolló un sistema para utilizar el calor de los fluidos en el proceso de evaporación, para evitar la deforestación ya que la madera de los bosques cercanos era usada para producción calor.



FIGURA 1-11 Primera instalación de generación de energía eléctrica de origen geotérmico en Larderello (Italia), en 1904.

FUENTE: © 2000 Geothermal Education Office

En Francia, en 1833, en el barrio de Grenelle, en París, se inició el primer sondeo profundo, un pozo artesiano de 548 m de profundidad, la obra tardó ocho años en construirse y captó agua potable a 30 °C en el acuífero de arenas albienses de la Cuenca de París.

En el siglo XX el uso de la energía geotérmica incrementó, arrastrado por las necesidades cada vez más elevadas de energía para abastecer a la sociedad moderna. En 1921, en Estados Unidos, en la zona de The Geysers, en California, se perforaron dos pozos y se instaló una pequeña máquina de vapor que,

conectada a una dinamo, producía electricidad para un pequeño establecimiento termal.



FIGURA 1-12Campo geotérmico de Larderello continúa productivo.

FUENTE:©2000 Geothermal Education Office

En Reikiavik Islandia en el año de 1930 fue instalada la primera red moderna de calefacción urbana alimentada por energía geotérmica , desde entonces, las redes de calefacción que se crea a partir de la energía geotérmica se encuentran en funcionamiento en Francia, Italia, Hungría, Rumanía, Rusia, Turquía, Georgia, China, Estados 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 a casi todos los sectores significando esto un considerable ahorro de energía eléctrica, debido a que el

agua para uso doméstico era calentado con el uso de energía eléctrica como es el caso de las duchas eléctricas.

La primera instalación con bomba de calor geotérmica en una vivienda entró en funcionamiento en 1945 en Indianápolis, EE.UU., en la casa de Robert C. Webber, empleado de Indianápolis Power and Light Co. En 1947, Kemler, E.N., en su publicación "Methods of Earth Heat Recovery for the Heat Pump" ya mostraba los esquemas de los diferentes métodos de conexión de bombas de calor al terreno que se siguen utilizando actualmente. En 1948 entró en funcionamiento otra instalación en la Universidad del Estado de Ohio, y en 1949 se instaló otra en una casa experimental en la Universidad de Toronto, Canadá.

(20)

A partir de 1970 se inició, en varios países del mundo, una intensa labor de exploración e investigación de las aplicaciones de los recursos geotérmicos, como fuente de producción de energía eléctrica o para diferentes usos directos del calor como calefacción y agua caliente.

En la misma década hasta la década de los noventa, las alzas de los precios del crudo, la presión de las exigencias ambientales y más particularmente, la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, dieron como consecuencia un desarrollo prometedor a nivel internacional de las bombas de calor geotérmicas.

⁽²⁰⁾ <http://es.scribd.com/doc/63594608/Guia-de-La-Energia-Geotermica-Dtor-Gral-Minas-CAM>

En menos de 15 años se ha llegado a la situación actual, con más de un millón de instalaciones de bombas de calor, no sólo en América del Norte, Estados Unidos y Canadá, sino también en varios países de Europa, como por ejemplo en Suecia, Suiza, Alemania y Austria. Sólo en Suecia, existen hoy en día más de 400.000 bombas de calor instaladas.

1.5.4 RECURSOS GEOTÉRMICOS

1.5.4.1 Definición Y Tipos De Recursos Geotérmicos

Recurso geotérmico es una concentración de calor existente en la corteza terrestre, que puede ser aprovechada en términos económicos por el hombre, se puede encontrar en los horizontes más superficiales del suelo, donde el interior de la Tierra actúa como una masa térmica que absorbe energía solar, hasta el calor almacenado en rocas situadas a las profundidades que se podrían alcanzar con técnicas de perforación de pozos petrolíferos, que actualmente son de unos 10 km.

Las aplicaciones que se pueden dar a un fluido geotermal dependen de su contenido en calor, o lo que es lo mismo, de su entalpía.

Entalpía: es la cantidad de energía térmica que un fluido, o un objeto, puede intercambiar con su entorno. Se expresa en kJ/kg o en kcal/kg.

Debido a la falta de equipos que determinen de una forma directa la entalpía de un fluido en el subsuelo, pero con la ayuda de sondas térmicas que miden la

temperatura, puede considerarse a la temperatura y la entalpia más o menos proporcionales, la práctica habitual ha generalizado el empleo de las temperaturas de los fluidos geotermales en lugar de sus contenidos en calor, pues, al fin y al cabo, son las temperaturas las que determinan su futura aplicación industrial.

La división que aparece a continuación es la que establece el “Código Minero” en Francia, y se puede aplicar tanto a la energía geotérmica, como a las explotaciones, los yacimientos y los recursos geotérmicos.⁽²¹⁾

Así pues, se establecen las cuatro categorías siguientes para la energía geotérmica:

a. Alta entalpía: más de 150 °C

Una temperatura superior a 150 °C permite transformar directamente el vapor de agua en energía eléctrica.

b. Media entalpía: entre 90 y 150 °C.

Permite producir energía eléctrica utilizando un fluido de intercambio, que es el que alimenta a las centrales.

c. Baja entalpía: entre 30 y 90 °C.

Su contenido en calor es insuficiente para producir energía eléctrica, pero es adecuado para calefacción de edificios y en determinados procesos industriales y agrícolas.

⁽²¹⁾http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/17/9.pdf

d. Muy baja entalpía: menos de 30 °C.

Puede ser utilizada para calefacción y climatización, necesitando emplear bombas de calor. ⁽²²⁾

1.5.5 YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS

Cuando se dan determinadas condiciones geológicas y geotérmicas favorables para que se puedan explotar de forma económica los recursos geotérmicos del subsuelo en un área geográfica, se dice que allí existe un yacimiento geotérmico.

La clasificación más común de los yacimientos geotérmicos es la del nivel de temperatura, con los mismos intervalos de temperatura anteriores.

1.5.5.1 Yacimientos de muy baja temperatura

Casi toda la corteza terrestre es considerada un extenso yacimiento de muy baja temperatura, es decir, de menos de 30 °C, que se ve interrumpido por masas de aguas continentales o marinas.

Hasta una profundidad de 0,5 m, la superficie del suelo intercambia calor con la atmósfera y sufre las variaciones diarias de temperatura. A pocos metros de profundidad, la temperatura permanece relativamente estable, entre 7 y 13 °C, si se la compara con la temperatura ambiente en superficie. Ello es debido al calor recibido del Sol, que calienta la corteza terrestre especialmente en verano, y a la gran inercia térmica de suelos y rocas.

⁽²²⁾<http://es.scribd.com/doc/63594608/Guia-de-La-Energia-Geotermica-Dtor-Gral-Minas-CAM>

Hasta una profundidad de alrededor de 10 m, las variaciones estacionales de temperatura son perceptibles en el terreno. A partir de 10 m de profundidad y con poca circulación de agua subterránea, el subsuelo puede almacenar el calor que recibe, de forma que el terreno permanece a una temperatura prácticamente constante durante todo el año.

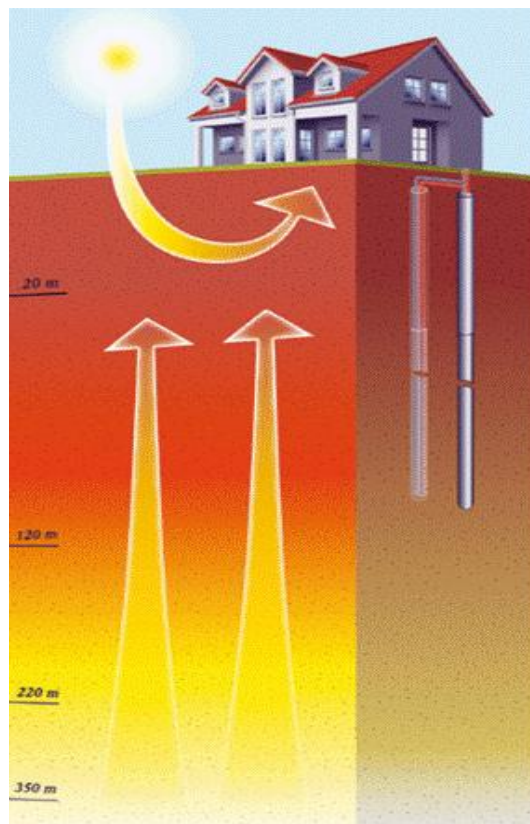


FIGURA 1-13 La radiación solar y las condiciones climáticas influyen sobre la temperatura del subsuelo sólo hasta una cierta profundidad.

FUENTE: Géothermie. L'utilisation de la chaleur terrestre. Suisseénergie

El terreno está a temperatura constante todo el año a una profundidad de 15 m, con un valor ligeramente superior a la temperatura media anual de la superficie.

Dicho valor depende de varios factores como el clima, la vegetación, la cobertura del suelo, su pendiente, la cantidad de nieve y las propiedades generales del suelo.

A partir de 15 m de profundidad, la temperatura de las rocas, que reciben el calor terrestre que remonta de las profundidades, no depende de las variaciones estacionales de temperatura, ni del clima, sólo de las condiciones geológicas y geotérmicas del subsuelo.

1.5.5.2 Yacimientos de baja temperatura

Yacimientos geotérmicos de baja temperatura, entre 30 y 90 °C, se pueden encontrar en cuencas sedimentarias en donde el gradiente geotérmico sea el normal o ligeramente superior. La única condición geológica requerida es la existencia a profundidad adecuada, entre 1.500 y 2.500 m, de formaciones geológicas permeables, capaces de contener y dejar circular fluidos que extraigan el calor de las rocas. Con un gradiente geológico normal, de alrededor de 3 °C cada 100 m, a una profundidad de 2.000 m, la temperatura puede alcanzar 70 °C o más.

Debido a la desintegración de isótopos radiactivos presentes en las rocas el calor de la tierra varía con la edad de las rocas y con su composición química, razón por la cual, los gradientes geotérmicos son más elevados en cuencas sedimentarias jóvenes que en las antiguas.

Existen yacimientos geotérmicos de baja temperatura en numerosas regiones del planeta: Cuenca del Amazonas y del Río de la Plata en América del Sur, Región de Boise (Idaho) y Cuenca del Mississippi – Missouri en América del Norte, Cuenca Artesiana de Australia, la Región de Pekín y de Asia Central, las cuencas de París y Aquitania en Francia, la Cuenca Panónica en Hungría, etc. La Cuenca Panónica está rellena de materiales procedentes de la erosión de las montañas circundantes de edad Alpina. El gradiente geotérmico es de 5 – 6 °C cada 100 m.⁽²³⁾

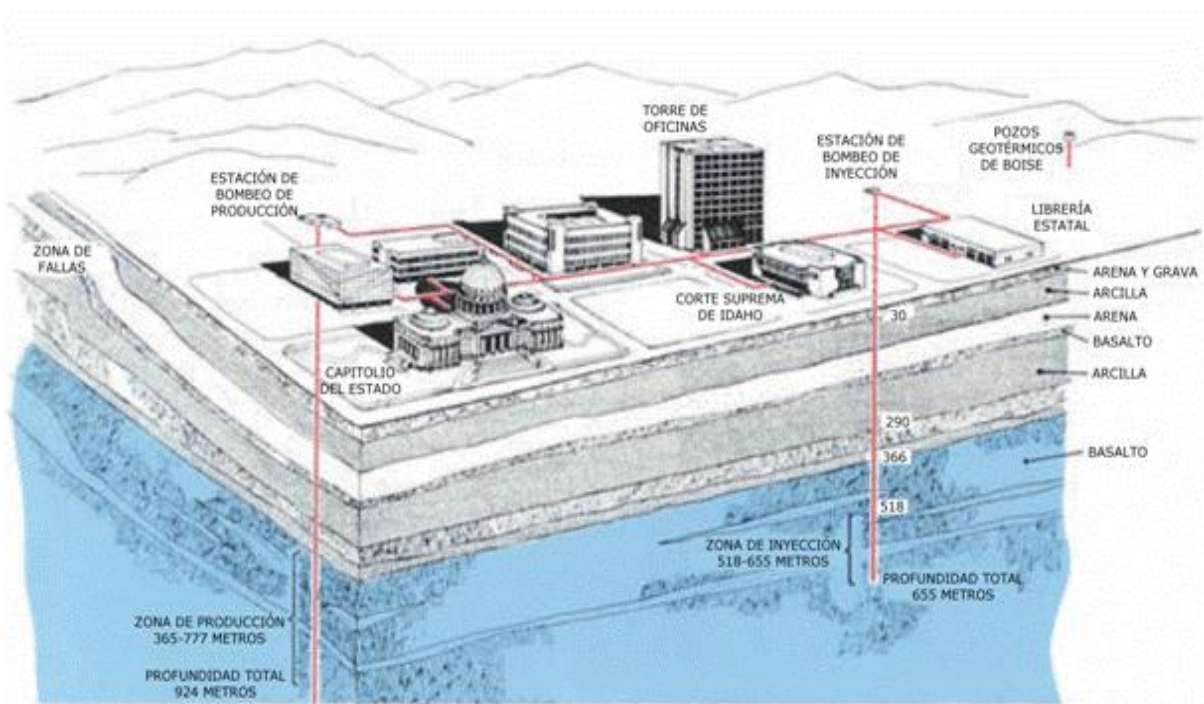


FIGURA 1-14:Sistema de calefacción urbana de Boise, Idaho, EE.UU

FUENTE: Geothermal Technologies Program. Direct Use

⁽²³⁾ www.educarchile.cl/Portal.herramientas/autoaprendizaje/.../yasim.htm

1.5.5.3 Yacimientos de media temperatura

Yacimientos con recursos geotérmicos a temperaturas comprendidas entre 90 y 150 °C se encuentran en numerosos lugares del planeta: en cuencas sedimentarias, como los de baja temperatura, pero a profundidades comprendidas entre 2.000 y 4.000 m; en zonas de adelgazamiento litosférico; en zonas con elevada concentración de isótopos radiactivos; o en los mismos ámbitos geológicos que los yacimientos de alta temperatura, pero a menos profundidad, menos de 1.000 m.

Yacimientos de este tipo se encuentran en un gran número de zonas muy localizadas donde, debido a discontinuidades y fallas, el agua puede remontar fácilmente hasta la superficie, señalando su presencia mediante aguas termales.

Al igual que los yacimientos de alta temperatura, precisan de una intrusión magmática como fuente de calor, y de un acuífero con buena recarga. Se diferencian de ellos en que no existe capa impermeable sobre el acuífero que mantenga el calor y la presión en el yacimiento.⁽²⁴⁾

1.5.5.4 Yacimientos de alta temperatura

Los yacimientos con fluidos geotermales, o con rocas calientes, a más de 150 °C de temperatura, se encuentran en zonas geográficas con gradiente geotérmico extraordinariamente elevado, hasta 30 °C cada 100 m.⁽²⁵⁾

⁽²⁴⁾http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/17/9.pdf

⁽²⁵⁾http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivo/publicaciones/libro_energia_geotermica.pdf

Esas zonas suelen coincidir con la existencia de fenómenos geológicos notables, como actividad sísmica elevada, formación de cordilleras en épocas geológicas recientes, actividad volcánica muy reciente y, principalmente, regiones volcánicas situadas en los bordes de las placas litosféricas. Se suelen explotar a profundidades comprendidas entre 1.500 y 3.000 m, esos fenómenos no son otra cosa que distintas formas de liberación de la energía interna de la Tierra y se producen como consecuencia de los movimientos de convección de masas de rocas fundidas, magmas, procedentes del manto, y por los desplazamientos relativos de las distintas placas que constituyen la litosfera terrestre.

Es esencialmente en los bordes o límites de esas placas, y más generalmente en las zonas frágiles de la corteza, por donde el magma puede escaparse y ascender, dando nacimiento a las intrusiones plutónicas y a los volcanes. En estos casos el calor se disipa principalmente por convección, y la transferencia de calor es mucho más eficaz. Como zonas propicias para que el magma ascienda a la corteza terrestre, pudiendo llegar o no a la superficie, se pueden citar:

- a. **Dorsales centro-oceánicos:** Aéreas de separación de placas en donde existe una generación continua de corteza a partir de magmas ascendentes. Es el caso, por ejemplo, de Islandia, Islas Azores y Las Islas galápagos.
 - b. **Áreas de choque de placas:** Se produce la subducción de una placa bajo la otra con la consiguiente fusión de corteza y generación de magmas. Es el
-

caso del margen occidental del Océano Pacífico y de la costa occidental de América del Sur, donde como consecuencia de dicha subducción tenemos la Cordillera de los Andes que en el Ecuador cruza de norte a sur.

- c. **Áreas de actividad distensiva:** Dentro de una placa, en zonas de adelgazamiento de la corteza, se pueden originar ascensos de magmas procedentes del manto. Son los casos del gran Rift de África Occidental, el Rift de Río Grande en América del Norte, el Graben del Rin en Europa y el Rift Baikal en Asia.

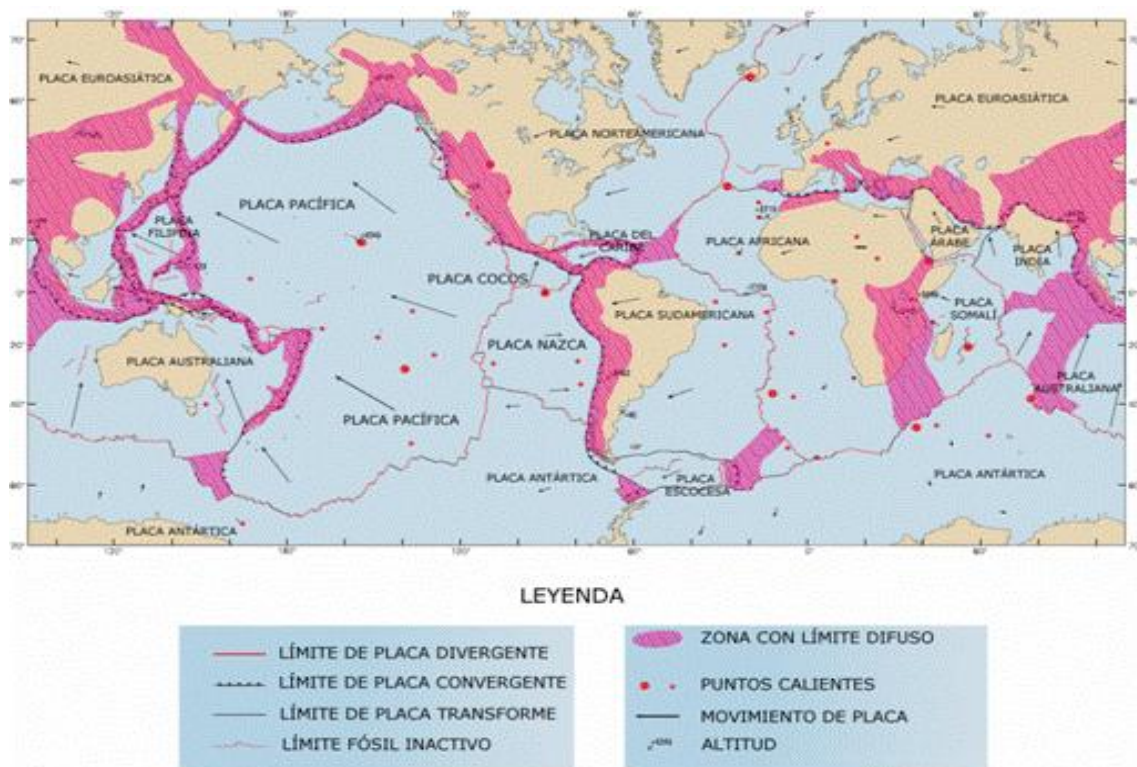


FIGURA 1-15:Placas Litosféricas.

Fuente: U.S. Geological Survey.

d. Puntos calientes (Hot spots): son también áreas de actividad geotérmica situadas en el interior de placas litosféricas. Focos de calor concentrado situados en el manto, cercanos a la base de la litosfera, que son capaces de calentar la corteza terrestre y producir actividad volcánica.

Los puntos calientes permanecen fijos en el manto mientras las placas litosféricas se mueven sobre ellos. A medida que se mueve la placa, los volcanes se van enfriando y extinguiendo al quedar cada vez más alejados del foco de calor.⁽²⁶⁾

1.5.6 MODELO GEOTÉRMICO CONCEPTUAL

Para que exista un yacimiento geotérmico, según el modelo geotérmico conceptual que fue realizado a partir de las investigaciones geológicas, geofísicas y geoquímicas realizadas en una gran cantidad de sistemas geotérmicos, se requiere que se den una serie de circunstancias:

- a. Fuente de calor:** Esta fuente, generalmente, está constituida por un cuerpo de magma situado a una profundidad razonable, desde el cual se trasmite el calor a las rocas circundantes.
- b. Recarga:** El yacimiento debe ser susceptible de ser recorrido por una corriente de agua. Esta agua puede haberse filtrado en el subsuelo, a través de fracturas o rocas permeables, hasta alcanzar la profundidad necesaria para ser calentada por la fuente de calor. También es posible que el agua sea inyectada por el hombre artificialmente desde la superficie.

⁽²⁶⁾<http://galeon.com/udlaprodu2/energias/geotermica1.pdf>

c. Reservorio: Presencia de un depósito, el volumen de este depósito lo proporciona rocas permeables situadas a una profundidad, accesible mediante perforaciones, donde se almacena el agua caliente o el vapor, que son los medios para transportar el calor.

d. Capa sello: Existencia de una cubierta impermeable, su presencia es necesaria para impedir que los fluidos se escapen hacia el exterior del yacimiento.

Teniendo en cuenta cuestiones relacionadas con la presencia de agua, del estado de la misma (líquido, vapor), y de la estructura geológica del yacimiento, éstos son sistemas hidrotérmicos.

Sistemas hidrotérmicos: Disponen de agua en su interior, normalmente procedente de deshielos o de la lluvia. Suelen encontrarse a profundidades comprendidas entre 1km y 10km.

En función de la fase en que se encuentre el agua se clasifica en: sistemas con predominio de vapor de agua y sistemas con predominio de agua líquida. Estos son los únicos sistemas que han superado las etapas de investigación y desarrollo experimental, encontrándose, actualmente, en la etapa de explotación comercial.

Generalmente, cuando el fluido alcanza la superficie, bien de forma natural (existencia de grietas), o artificial (perforación realizada por el hombre), súbitamente se transforma en vapor, debido a la disminución de la presión

durante el ascenso. Las características del vapor de los sistemas de alta entalpía hacen que éstos sean apropiados para generar energía eléctrica.

En los sistemas de baja entalpía, con temperaturas menores de 100 °C, el agua que se extraiga en la superficie, por su propia presión o mediante bombeo, tendrá una temperatura inferior a su punto de ebullición, por lo que su aplicación más idónea es el calentamiento de algún fluido (calefacción industrial, urbana, agrícola y balnearios).⁽²⁷⁾

1.5.7 INVESTIGACIÓN DE RECURSOS GEOTÉRMICOS

Para que un recurso geotérmico pueda ser explotado económicamente se necesita verificar su existencia y localización en suelos, rocas o acuíferos, y posteriormente determinar sus características al objeto de estimar su potencial energético.

En la Figura 1-17 se representan, a la izquierda, cuatro posibilidades de aprovechamiento de recursos de muy baja entalpía, y a la derecha, los de un recurso de baja y de alta entalpía (un sistema geotérmico estimulado).

⁽²⁷⁾ www.energia.gov.ar

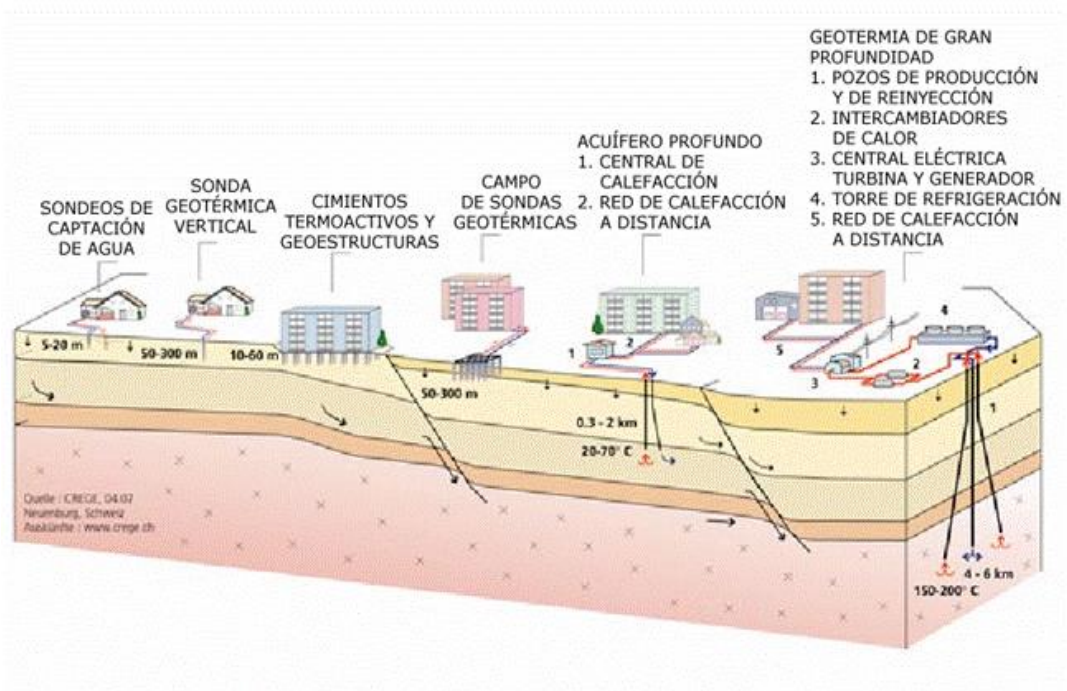


FIGURA 1-16 Varios aprovechamientos del calor de la Tierra.

Fuente: Cattin, S. Crege. Géothermie.CH

1.5.7.1 Investigación de recursos de muy baja entalpía

Los recursos de muy baja entalpía reúnen dos características que los diferencian del resto, y que hacen que su investigación se aparte de los cánones clásicos de investigación geológico-minera de recursos minerales.

La primera es que se trata de un recurso energético que está debajo de cualquier terreno de cualquier lugar habitado del planeta, próximo a la superficie. La segunda, que su posibilidad de aprovechamiento está supeditada al uso forzoso de bombas de calor geotérmicas. Gracias a esas dos circunstancias, son los

recursos que mejor se adaptan a las necesidades de climatización de viviendas unifamiliares y de edificios de pequeñas o grandes dimensiones.



FIGURA 1-17 Red de captadores horizontales de polietileno antes de ser enterrada.

Fuente: Site Geothermie-Perspectives de l'ADEME et du BRGM

1.5.7.2 Investigación de recursos de baja entalpía

En los recursos geotérmicos de baja entalpía, entre 30 y 90 °C, concurren dos circunstancias que limitan su explotación comercial y, consecuentemente, su investigación geológico-minera.

La primera de ellas es que no contienen vapor de agua, sólo proporcionan calor, que ha de dirigirse a usuarios muy localizados, que no disten más de unos pocos kilómetros del brocal del pozo por el que se extrae el agua caliente.

La segunda es que los acuíferos profundos en los que se ubican suelen estar cargados de sales, por lo que para preservar el medio ambiente es necesario reinyectar el agua usada otra vez al acuífero una vez extraído el calor.

Estos dos condicionantes hacen que, aunque sus posibilidades de utilización sean amplias, su mayor consumo se circunscriba a calefacción urbana en ciudades con el recurso en el propio subsuelo, y a establecimientos de baños termales.



FIGURA 1-18Baños termales de Churín, Huacho-Perú

Fuente: <http://turismohuacho.blogspot.com/>

Muchos balnearios, para asegurarse un abastecimiento regular de agua caliente, han procedido a perforar sondeos profundos. Los aumentos de caudal obtenidos se destinan a mejorar la gestión energética de su recurso geotérmico, utilizando el

agua termal de forma integral para el llenado de las piscinas, mantenimiento de la temperatura de los recintos y para calefacción de habitaciones, reinyectándolo posteriormente al acuífero.

La investigación de recursos de baja entalpía se basa en un proceso de recopilación, tratamiento e interpretación de datos ya disponibles, especialmente de otros trabajos, y de sondeos exploratorios ya realizados en el ámbito de investigaciones de hidrocarburos o hidrogeológicas.

Los estudios geológicos permiten conocer el contexto, la litología, la sucesión y edad de las capas, los cambios de facies y las estructuras tectónicas.

Los estudios hidrogeológicos permiten estudiar los flujos de agua en el seno del acuífero y evaluar el recurso desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo.

Los análisis químicos determinarán la composición del agua, y los análisis de elementos disueltos indicarán el recorrido del fluido, su edad, su origen y las condiciones de alimentación y realimentación del acuífero.

Un sondeo de exploración facilitará información más precisa, pero su coste es el obstáculo principal. Puede realizarse en pequeño diámetro, pero generalmente se concibe para poder ser utilizado si se confirman las perspectivas de explotación prometidas. ⁽²⁸⁾

⁽²⁸⁾ <http://es.scribd.com/doc/63594608/Guia-de-La-Energia-Geotermica-Dtor-Gral-Minas-CAM>

Estudios de diagráfias, detritos, y eventualmente testigos de sondeo, completarán los datos sobre las formaciones atravesadas. Medidas de temperatura, caudal y presión harán posible definir las características esenciales del yacimiento.

En el estudio de viabilidad habrá que abordar la parte más compleja del proyecto: usuarios potenciales, demanda energética, modulación horaria, diaria y mensual de la demanda, gestión técnica y financiera, estudio de costes de inversión, explotación y mantenimiento de las instalaciones, contratos de suministro, gestión de ventas del fluido geotermal, etc.

1.5.7.3 Investigación de recursos de media entalpía

Al hablar de yacimientos de recursos geotérmicos con temperaturas comprendidas entre 90 y 150 °C, se dijo que podrían encontrarse en las mismas áreas que los yacimientos de alta entalpía, pero a menor profundidad, o en cuencas sedimentarias, como los de baja entalpía, pero a mayor profundidad.

Parece lógico pensar que si se plantea cualquier investigación de recursos geotérmicos en regiones de volcanismo o actividad sísmica actual o reciente, irá siempre encaminada al descubrimiento de yacimientos con el máximo valor económico posible, que son los yacimientos de alta entalpía, y cuentan con su metodología de investigación propia, como se comentará en el apartado siguiente.

Por este motivo, habrá que admitir que la investigación geológicominera de este tipo de recursos en cuencas sedimentarias, se realizará siguiendo las mismas

pautas de fases y etapas, y con las mismas técnicas que se han expuesto para los yacimientos de baja entalpía.

A ellas habrá que añadir otra fase, la de construcción de una planta de ciclo binario para producción de energía eléctrica, pues este es el mayor aliciente de este tipo de recursos, en la que se aprovechará el agua caliente extraída del pozo antes de destinarla a usos domésticos, industriales o agrícolas relacionados con el calor.

Aunque son plantas de pequeña capacidad, cuentan a su favor con que son de pequeñas dimensiones y de fácil implantación, y que si las características del yacimiento lo permiten, pueden ser ampliadas de forma modular.

1.5.7.4 Investigación de recursos de alta entalpía

La investigación geológico-minera de recursos de alta entalpía ha estado tradicionalmente encaminada a descubrir nuevos yacimientos en áreas de actividad volcánica, en las cuales la existencia de un foco de calor activo que proporcione un flujo de calor anómalo, está prácticamente asegurada,



FIGURA 1-19 Volcán Tungurahua, Ecuador. Foco de calor activo que evidencia un flujo de calor anómalo.

FUENTE: <http://www.alertatierra.com/VolTungurahua.htm>

Un proyecto de exploración de recursos se inicia sobre la totalidad de una zona cuya extensión, casi siempre, sobrepasa los 10.000 km² y se desarrolla en una serie de etapas.

La primera etapa, de reconocimiento, consiste en la realización de una serie de estudios con métodos superficiales que pretenden detectar las áreas con mayores posibilidades para continuar la exploración.

En la segunda etapa, de pre viabilidad, se investigan en detalle las áreas anteriormente seleccionadas con el fin de identificar su potencial geotérmico. Termina con la proposición de un modelo de campo geotérmico y con la

delimitación de los lugares más favorables para realizar las primeras perforaciones profundas. Tanto en esta fase como en la anterior, se utilizan técnicas geológicas, geoquímicas y geofísicas. La geología permite determinar la presencia de una fuente de calor magmática a poca profundidad a partir del estudio de los materiales volcánicos emitidos a la superficie, en función de su edad y composición, delimitar el yacimiento y determinar las formaciones permeables que pueden contener fluidos y las impermeables que pueden mantener el fluido atrapado.

La hidrogeología y la geoquímica de aguas hacen posible delimitar los circuitos de alimentación y salida de agua, calcular la temperatura del acuífero y la composición de los fluidos profundos. La aplicación de diversos métodos geofísicos (gravimétricos, eléctricos, magneto telúricos, sísmica de refracción, ruido sísmico, termometrías, etc.), permiten identificar anomalías geotérmicas, así como accidentes y fallas, y confirmar y delimitar la existencia de estructuras geológicas propicias para la existencia de un yacimiento.⁽²⁹⁾

En la etapa de viabilidad se evalúa la posibilidad técnica y económica de aprovechamiento del yacimiento, y se definen los posibles sistemas de explotación.

En la etapa de desarrollo se perforan los pozos de explotación y se procede al diseño de la planta. En la última etapa se construye y pone en funcionamiento la

⁽²⁹⁾<http://es.scribd.com/doc/63594608/Guia-de-La-Energia-Geotermica-Dtor-Gral-Minas-CAM>

planta, se profundiza en el conocimiento que se tiene del almacén y del fluido geotermal, y se estudia cómo varían sus características con la extracción de energía, al objeto de optimizar el rendimiento de la planta y de prolongar los años de actividad del campo geotérmico.

A medida que se avanza en el proceso de investigación, el grado de incertidumbre sobre la explotabilidad del yacimiento disminuye, pero el nivel de inversiones aumenta significativamente, por lo que es imprescindible evaluar detenidamente la conveniencia de finalizar una etapa y pasar a la siguiente, o abandonar el proyecto.

1.5.8 APLICACIONES DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Pese a la globalidad que se ha enunciado para la disponibilidad de la energía geotérmica, su rendimiento puede ser muy diverso, según la temperatura de la que se disponga. Así, si se considera la temperatura del subsuelo según una función F, tal que:

$$T_{sp} = F(T_{ss}, x, k, C_e, t) \quad (1.4)$$

Donde:

T_{sp} = Temperatura del suelo a una determinada profundidad.

T_{ss} = Temperatura del suelo en superficie.

x = Profundidad bajo la superficie.

k = Conductividad térmica del terreno.

C_e = Calor específico del terreno.

t = Tiempo de intercambio de calor.

Es evidente que el comportamiento de los terrenos en cuanto a la transmisión del calor a través de ellos y a su capacidad de almacenarlo, condicionarán en gran medida el rendimiento de los aprovechamientos de este tipo de energía

Las aplicaciones van a depender, fundamentalmente, de la temperatura del terreno y de la capacidad del mismo de transmitir o absorber el calor, pero en forma general, las aplicaciones de la energía geotérmica las podemos dividir en: Usos directos del calor (muy baja, baja y mediana entalpía) y la generación de energía eléctrica (alta entalpía).

1.5.8.1 Utilización Directa Del Calor Geotérmico

Se trata de un conjunto heterogéneo de aplicaciones, que abarca la calefacción del agua de piscinas y recintos para baños, la climatización en edificios y viviendas, calefacción de invernaderos y secado de cosechas, acuicultura o piscifactorías, la fabricación de productos industriales, la recuperación de metales, e incluso, aunque sólo sea a nivel estadístico, las instalaciones de bombas de calor geotérmicas que explotan energía de muy baja o de baja temperatura.

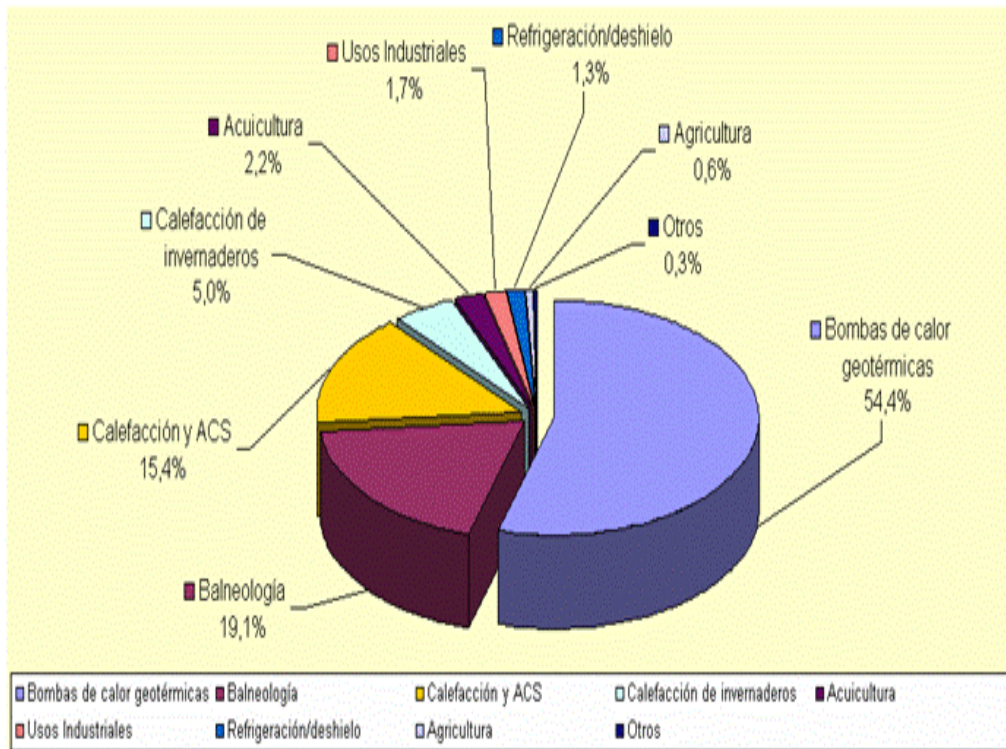


FIGURA 1-20 Distribución de la utilización del calor geotérmico en el mundo. (TJ/año), en 2010.

Fuente: Lund, J.W. Direct Heat Utilization of Geothermal Resources Worldwide 2010. Geo-Heat Center. Oregon Institute of Technology

Las bombas de calor

Con las bombas de calor geotérmicas se pretende, extraer el calor del subsuelo terrestre, para poder calentar un fluido de alta compresibilidad y bajo punto de vaporización (circuito secundario), con la finalidad de transmitir ese calor a una instalación en invierno, invirtiendo el proceso en verano.

La bomba de calor geotérmica, GHP (Geothermal Heat Pump), tiene su aplicación fundamental en instalaciones domésticas y comerciales, para agua caliente sanitaria y calefacción, de pequeña y mediana potencia⁽³⁰⁾.

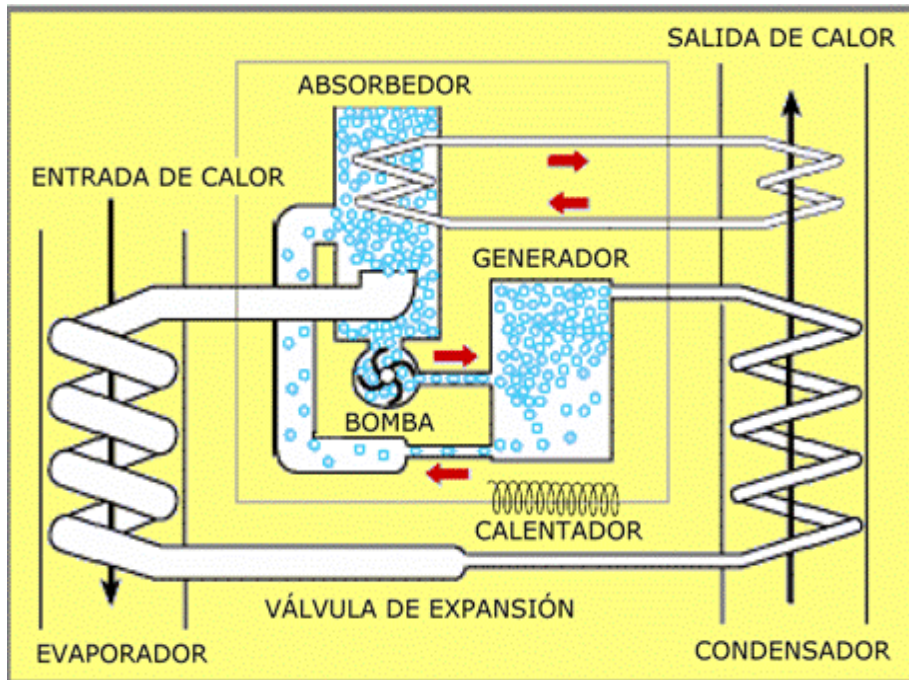


Figura 1-21: Esquema de funcionamiento de una bomba de calor.

Fuente: Bomba de calor. IEE. Universidad de Cantabria

⁽³⁰⁾http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/17/9.pd

Tabla II. Principales Países que hacen Utilización Directa de la Energía Geotérmica

PAÍS	UTILIZACIÓN		CAPACIDAD	FACTOR DE CAPACIDAD	USO PRINCIPAL
	TJ/año	GWh/año	MW _t		
China	45.373	12.605	3.687	0,39	Baños
Suecia	36.000	10.000	3.840	0,30	Bombas de calor
Estados Unidos	31.239	8.678	7.817	0,13	Bombas de calor
Turquía	24.840	6.900	1.495	0,53	Baños / Calefacción
Islandia	24.500	6.806	1.844	0,42	Calefacción urbana
Japón	10.301	2.862	822	0,40	Baños
Italia	7.554	2.098	607	0,39	Baños / Spas
Hungría	7.940	2.206	694	0,36	Baños / Spas
Nueva Zelanda	7.086	1.968	308	0,73	Industrial
Brasil	6.622	1.840	360	0,58	Baños / Spas

a. Balneología

La energía geotérmica utilizada en forma de calor, a nivel mundial, para natación, baños y balneología, exclusivamente a lo que en casi todo el mundo se conoce como “spas” y “resorts”, que emplean agua geotérmica captada en el subsuelo para llenar piscinas y proporcionar calefacción y ACS a los recintos de baños, pero es difícil de contrastar, y puede que las estadísticas incluyan aguas termales y medicinales de los balnearios de salud tradicionales, que fluyen libremente en superficie.

Los famosos spas de Francia, Alemania e Inglaterra, del siglo XIX, más que balnearios, eran elegantes centros culturales y sociales donde la gente acudía a ver a la alta sociedad y a ser visto.



FIGURA 1-22 Piscina climatizada en Erding, cerca de Munich, al pie de los Alpes.

Fuente: www.geothermie.de de 2007

Son excepcionales las aplicaciones de acuíferos profundos a la Balneoterapia o baños de aguas medicinales tópicas. Por su propia naturaleza de uso, la aplicación ha de desarrollarse en circuito abierto.

b. Calefacción de edificios

El calor de la tierra será conducido, desde o hasta el terreno, por un agente intercambiador de calor que, en la inmensa mayoría de los casos es un fluido con unas características especiales, como su bajo punto de congelación y su capacidad de mantener el calor, es decir, una baja inercia térmica; en realidad, suele ser agua con un aditivo, como algún glicol (alcohol especial de bajo punto de congelación).

En la Figura 1-23 se muestra una aplicación típica de circuito cerrado para abastecimiento de calefacción. En ella, el agua del circuito se hace circular por tuberías que, con una distribución adecuada, recorrerá una serie de edificios, complejos, centros de gran extensión, o incluso grupos de viviendas particulares, proporcionando tanto calefacción como agua caliente sanitaria. Las necesidades de calefacción prevén temperaturas de uso entre 50 – 60 °C, con unos intercambiadores de placas modernos de hasta un 70 % de eficacia, se precisarían unas aguas geotérmicas entre 80 y 90 °C.



FIGURA 1-23 Agua geotérmica bombeada desde dos pozos de alimentación a la planta de intercambio de calor. Desde ésta, el circuito secundario abastece a un conjunto de edificios.

Fuente: @2000 Geothermal Education Office

La entrega en los edificios terminales (puntos de demanda) se realiza a través de tuberías calorífugas convenientemente, al objeto de producir en ellas las menores pérdidas posibles de calor. En los puntos de entrega, los sistemas convencionales de calefacción se encargan de la disipación final del calor en el ambiente a climatizar. ⁽³¹⁾

c. Calefacción de invernaderos

Es de dominio público que el cultivo de plantas en invernaderos, lo que pretende es reproducir las condiciones de humedad y temperatura ideales en ambientes que no las poseen de forma natural. Con las características de los aprovechamientos que se han expuesto hasta el momento, es fácil deducir en qué forma se pueden emplear los recursos geotérmicos para la mejora de rendimientos en estas instalaciones agropecuarias.

Es evidente que los invernaderos existentes en zonas del planeta que disfrutan de abundantes horas de sol, el crear ambientes cerrados con plásticos que permiten el paso a la luz solar y encierran la humedad ambiente, pretende crecimientos rápidos y cosechas de frutos, incluso fuera de estación. Sin embargo, en zonas desfavorecidas por estos elementos, es posible recrear un ambiente similar, con la ausencia de las radiaciones solares, y con el aprovechamiento de las aguas geotermales de mediana y sobre todo de baja temperatura.

⁽³¹⁾ http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_geotermica.pdf

El rango de temperaturas necesarias para un aprovechamiento de este tipo es bastante amplio, oscilando desde los 40 °C para calentamiento de suelos directamente o por retorno de aguas ya utilizadas, hasta los 80 - 90 °C de las aguas geotermales para crear corrientes de convección, a partir del circuito secundario, que calentarán el ambiente general del invernadero.

En la Foto se observan unas vistas de invernaderos con los disipadores finales de calor por aire (turboconvección) y de la posible combinación de variedades de especies que pueden compartir la serie de procedimientos para climatizar los invernaderos.



FIGURA 1-24 Dos modalidades de calefacción de invernaderos.

Fuentes: Infos-Géothermie. Suisseénergie y IEAGeothermal. R&TAnnualReport 2004

Son numerosos los países que han desarrollado técnicas de invernaderos calefactados aprovechando aguas geotérmicas de media y, sobre todo, baja temperatura, pues los recursos geotérmicos necesarios son relativamente abundantes. El Medio Oeste norteamericano (Boise, Idaho), Grecia (Negrita),

Australia, Nueva Zelanda, países del Lejano Oriente y una larga lista que añade nuevos nombres cada año.

En la Foto se muestra el mayor invernadero de todo el mundo con climatización de origen geotérmico, situada en Mokai, en la región de Waikato (Nueva Zelanda). Dispone de una estructura acristalada que ocupa 5 ha y en su subsuelo se encuentra una planta de generación eléctrica, también de origen geotérmico.



FIGURA 1-25 Invernadero de 5 ha de superficie acristalada con calefacción geotérmica en Mokai, Nueva Zelanda.

Fuente: White, B. New Zealand Geothermal Association. 2006

d. Acuicultura y crianza de animales

Una interesante aplicación del calor geotérmico es la de climatizar las aguas de piscifactorías, tanto de carácter fluvial o lacustre como marina, para algunas especies concretas. Especies como carpas, barbos, róbalo, salmonetes, angulas, salmones, esturiones, camarones, langostas, cangrejos, ostras,

mejillones o almejas, son algunas de las principales especies que responden perfectamente a una crianza en ambientes de temperatura constante.

De las curvas que relacionan el crecimiento de especies animales con la temperatura, se deduce que la crianza de especies acuáticas es mucho más delicada que la de animales terrestres de granja, y también mucho más sensible a variaciones de temperatura. Una pequeña variación de temperatura entre los diversos tanques de crianza de alevines y las subsecuentes de crecimiento en etapas, mejora la propagación de la especie y los aumentos de tamaño de las piezas. El mantenimiento de la temperatura a lo largo de las estaciones, implica mejoras de rendimiento en peso de hasta el 35% en peces y crustáceos.

La temperatura del recurso es determinante para dimensionar la capacidad de las instalaciones piscícolas. Lo más normal es que las aguas geotérmicas no puedan usarse directamente en los tanques en circuito abierto, sino que deberá acudir al proceso de intercambiar el calor geotérmico a un circuito secundario que constituye el agua de crianza de los tanques. La variación de temperatura requerida por las especies piscícolas varía entre 20 y 30 °C, lo que requiere una temperatura del recurso oscilando entre los 45 - 60 °C.



FIGURA 1-26 Criadero piscícola climatizado con energía geotérmica en Imperial Valley, California, EE. UU.

Fuente: @2000 Geothermal Education Office

También dentro del ámbito de la acuicultura, merece la pena mencionar la crianza en piscinas de la spirulina, una microalga unicelular que ha sido denominada “superalimento”, debido a su gran cantidad de nutrientes. En países tropicales, la spirulina se cultiva en lagos o estanques artificiales donde las condiciones para su crecimiento sean adecuadas (gran contenido de CO₂, ambiente alcalino y cálido). En países templados, donde el calor geotérmico puede mantener constante una temperatura adecuada, se cultiva con éxito esta variedad de alga, en la que se cifran grandes expectativas de futuro.

e. Secado de alimentos y maderas

Se ha extendido la práctica de utilizar el calor geotérmico para el secado de productos agrícolas, carnes y pescados, así como para el secado selectivo de maderas. La manipulación de alimentos frescos requiere grandes inversiones en transportes de alto coste de oportunidad, pues dependen de márgenes muy escasos de tiempo antes de que dichos alimentos puedan deteriorarse. La deshidratación por secado de los alimentos permite una estabilización de los mismos, un mayor tiempo de almacenamiento y, por ello, disponer de tiempo para transportes compartidos y cadenas de distribución que abaratan costes al crecer el volumen de los productos.

El secado suele hacerse en autoclaves de convección con aire caliente, cuyo intercambio con el circuito de aguas geotérmicas se realiza en un intercambiador de placas, donde el aire circula directamente por entre los conductos del agua caliente, accediendo luego a las cámaras de secado de alimentos. Cada uno de estos alimentos, dependiendo de su contenido en agua, precisa una temperatura de secado, con lo que la variación de la temperatura del recurso deberá adaptarse a cada necesidad, pero se mantiene en un rango de entre 60 °C - 120 °C.

En autoclaves especiales a altas temperaturas y manteniendo la humedad adecuada, pueden ser curados incluso hormigones de fraguado rápido para piezas de hormigón prefabricado en serie. Es en el secado de la madera donde las aplicaciones de la energía geotérmica han alcanzado una importancia apreciable. El secado de las maderas por medios naturales requiere unos tiempos que no son aceptables para la industria moderna. Los secaderos artificiales de

madera requieren tiempos largos, de alto coste de suministro de aire caliente empleando medios convencionales. El calor geotérmico puede producir un abaratamiento de los mismos, pues la fuente es continua una vez puesta en marcha. Si puede compartirse con otra aplicación, su rentabilidad puede ser muy alta.

f. Otras aplicaciones

En general, serían innumerables las aplicaciones industriales que aprovecharían el calor geotérmico; en realidad, todas aquellas que precisen de un tratamiento de calor o vapor de agua en su elaboración. Atendiendo a su temperatura, las aguas geotérmicas son también adecuadas para procesos como el manipulado de la pasta de celulosa en la industria del papel, o los aportes de calor necesarios en la industria del secado y envasado de ciertos alimentos, o bien, a temperaturas más elevadas, en el propio proceso de los alimentos en la industria conservera. Agua caliente para máquinas de lavado, estaciones de lavado de vehículos, refrigeración por absorción a diversas temperaturas y un largo etcétera de aplicaciones constituyen una muestra de las bondades de un sistema de calor geotérmico, barato y de gran disponibilidad.

1.5.8.2 Producción De Energía Eléctrica

El principal interés de la energía eléctrica se centra en la producción de corriente alterna para cualquier aplicación industrial, rectificándola a corriente continua cuando las aplicaciones así lo requieran. Y la producción de corriente alterna pasa

ineludiblemente por inducir un campo electromagnético en unos bobinados especiales (estator) al girar a gran velocidad otros bobinados en su interior (rotor), creando así una diferencia de potencial que constituye la corriente eléctrica.

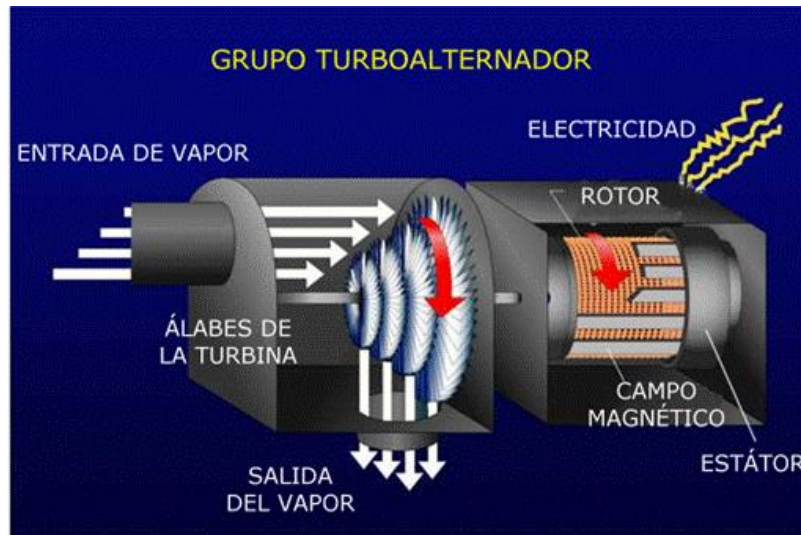


FIGURA 1-27 Esquema de un turboalternador. La fuerza del vapor obliga a girar al eje de la turbina.

FUENTE: 2000GeothermalEducation Office

Así pues, y simplificando ampliamente el tema, el problema se reduce a conseguir una máquina que obligue a girar el rotor de un alternador a gran velocidad. Esta máquina se denomina turbina y el conjunto es lo que conocemos como "turboalternador".⁽³²⁾

Para conseguir este giro se utilizan fluidos que deben poseer dos características fundamentales: un caudal aceptable y una presión suficiente para garantizar su continuidad en el tiempo, ambos dentro de unos límites relativamente estrictos.

⁽³²⁾ http://www.isomax-terrasol.eu/uploads/media/Aplicaciones_energia_geotermica.pdf

Así, en la energía hidráulica es un salto de agua el que se canaliza por una tubería hacia una turbina, o en la eólica es la fuerza del viento la que mueve unas palas del aerogenerador acoplado al rotor. La más extendida de las formas de producción es la de canalizar el vapor a gran presión de algún fluido (generalmente agua), hacia una rueda de alabes dispuestos sobre el eje del rotor, lo que constituye una turbina de vapor en cualquiera de sus más o menos complejas variedades. Este último tipo es el que se emplea en la producción térmica de energía eléctrica.⁽³³⁾

Es evidente que esta es una posible aplicación de la energía geotérmica que provenga de un yacimiento de alta temperatura: la producción de vapor a presión, el cual en los medios convencionales se consigue a base de quemar combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas) o por el calor producido por la fisión nuclear del átomo (energía nuclear). Todos estos sistemas se han revelado como de gran rendimiento, pero con los graves inconvenientes de coste y agresión al medio ambiente, que hoy día se ponen de relieve de forma cada vez más acuciante.

Se puede disponer de vapor de agua a gran presión para alimentar una turbina y generar electricidad, siempre que el caudal que el yacimiento geotérmico proporcione, garantice un suministro suficiente y continuado.

⁽³³⁾ http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/publicacions/libro_energia_geotermica.pdf

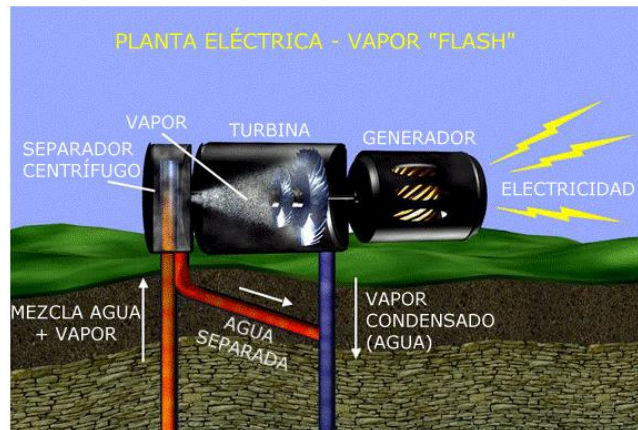


FIGURA 1-28: Esquema de un turboalternador funcionando con vapor "flash".

FUENTE: ©2000 Geothermal Education Office

Este es el caso más sencillo de producción eléctrica, en el que el agua de origen geotérmico es absorbida desde el pozo de alimentación, ya en forma de vapor, hacia una turbina a la que obliga a girar a gran velocidad, perdiendo en el trabajo su energía, que se traduce en una pérdida paulatina de presión y de temperatura, que la devuelven a su estado líquido (aun con la presencia de alguna parte en fase vapor), con la opción de incorporarla al exterior (vapor a la atmósfera y agua a la red hidrográfica), o bien reinyectarla al acuífero de procedencia o a través del pozo de reinyección, una vez utilizada.

1.5.9 AGUAS TERMO MINERALES

Se denominan aguas termo minerales a aquellas que ascienden desde el interior de la tierra y llegan a la superficie, en forma natural como vertientes, o a través de

pozos perforados y que, por sus características físicas y químicas, pueden ejercer efectos terapéuticos para aliviar o restaurar la salud de las personas.

Así aparecieron posteriormente las aguas mineromedicinales, que se las define como; soluciones naturales imposibles de reproducirlas artificialmente, que mantienen constante, a través del tiempo, una determinada composición química y características físicas.

Para que las aguas reciban la denominación de mineromedicinales, deben cumplir por lo menos, una de las siguientes características:

- Temperatura en la fuente mayor a 20°C, o superior en 5°C a la temperatura media anual del lugar en el que emergen;
- Contenido total de sólidos disueltos mayor que 1g/litro. Las especies químicas que asignan el nombre para su clasificación (cloruradas, bicarbonatadas, sulfatadas, etc.) deben tener una concentración mayor al 20% respecto a las especies de la misma carga (aniones o cationes).

1.5.9.1 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS TERMO MINERALES

El criterio de clasificación de las aguas termales y minerales puede ser asumido desde diversos puntos de vista: físico, químico, físico-químico, bacteriológico y otros.

De las clasificaciones basadas en las propiedades físicas de las aguas, son destacables las que consideran la temperatura de las mismas. Desde el punto de

vista de la temperatura, la clasificación más sencilla es considerar aquella en que su aplicación no produce sensación de frío ni de calor que, con las variaciones de sensibilidad individual, se admite que es la comprendida entre 34 y 36 °C.

Las aguas que presentan estas temperaturas se denominan mesotermiales, considerándose hipertermales o hipotermiales según que temperatura se halle por encima o por debajo de dicho margen, como sigue en (Armijo- Valenzuela y San Martín, 1994)

- Frías: menos de 20 °C.
- Hipotermiales: entre 20 y 35 °C.
- Mesotermiales: entre 35 y 45 °C.
- Hipertermales: de más de 45 y hasta 50 °C.

Esta clasificación es considerada universal y resulta la más aceptada.

1.6 GEOLOGÍA ECUATORIANA

El volcanismo actual del Ecuador se viene desarrollando desde mediados del Terciario, precisamente desde el Oligoceno Tardío hace 26 millones de años, el origen de los eventos volcánicos en esta era se deben a la disrupción de la antigua placa Farallón y el posterior nacimiento de la Placa de Nazca y Cocos, esto provocó una intensa era de reactivación volcánica en todos los Andes ecuatorianos.

Posteriormente en el Mioceno hace aproximadamente 8 a 6 millones de años hubo una etapa corta de plegamiento tectónico que dio origen a macizos montañosos no volcánicos y a eventos volcánicos esporádicos.

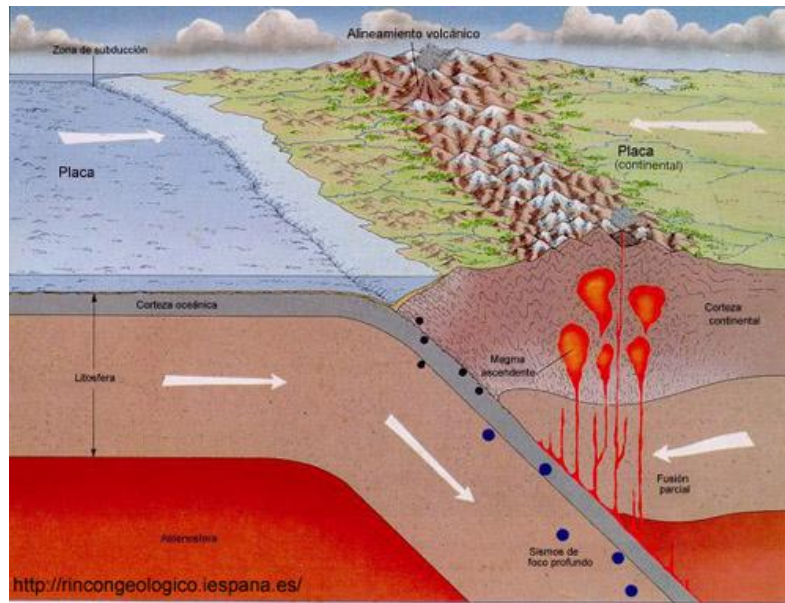


FIGURA 1-29: Placas tectónicas que determinan la geomorfología del Ecuador

Fuente: <http://rincongeologico.iespana.es/>

Desde el aspecto tectónico, Ecuador es similar a otros países occidentales de esta región, donde la subducción que se generó entre la Placa de Nazca que se sumerge a 35° y en dirección Este debajo de la placa continental de Sur América generó en el Plioceno y en el Pleistoceno, (periodos pertenecientes al Cuaternario), el levantamiento de los Andes ecuatorianos y la fusión del manto que se encuentra por debajo del continente, también la aparición y crecimiento de numerosos centros volcánicos.

El magma fundido eventualmente se mueve a través de las fracturas o puntos de debilidad en la corteza terrestre, formando el relieve actual donde la actividad volcánica desde entonces se desarrolla hasta nuestros días, con la configuración actual.

Basándose en modelos de rotación de placas, se determinó que la convergencia de la placa Nazca contra la placa Sudamericana es de 11,1 cm/año y tiene una dirección de N80°E frente al Ecuador

El principal accidente geográfico de Sudamérica es "La Cordillera de los Andes" que atraviesa el país de norte a sur y divide al país en tres regiones fisiográficas diferentes de acuerdo a su geomorfología, geología y mineralogía.

Posee una geografía privilegiada con cuatro regiones naturales perfectamente diferenciadas:

- Costa,
- Sierra,
- Oriente o Amazonía y
- El Archipiélago de Colón o Galápagos.

En 1812, el infatigable geógrafo y científico alemán Alexander Von Humboldt llegó al Ecuador y, después de cruzar la Región Andina y constatar la simetría y alineación casi perfectas de los volcanes, la denominó como "La Avenida de los Volcanes".



FIGURA 1-30Avenida de los Volcanes

FUENTE:<http://www.forodefotos.com/fotos-de-montanas/5683-cordillera-de-los-andes.html>

Estas cumbres, generalmente cubiertas por glaciares y nieves perpetuas e iluminadas por el intenso sol ecuatorial, forman dos hileras: la Cordillera Occidental y la Oriental, en las que se distribuyen montañas, valles y hondonadas. Su conjunto puede apreciarse desde algunos ángulos favorables como parte del paisaje andino de increíble belleza. Viajar por tierra desde Ibarra hasta Riobamba es una alternativa para admirarlos y confirmar el porqué del nombre “Avenida de los Volcanes”.

1.6.1 COSTA

La región de la Costa está constituida de tierras bajas, húmedas y exuberantes, comprende unos 150 km de anchura desde las faldas de los Andes hasta la costa del Pacífico.



FIGURA 1-31:Región costa Ecuatoriana

FUENTE: www.diarioelviejero.com

Una cordillera con relieves bastante fuertes y macizos relativamente baja se extiende en forma paralela y cercana a la costa por una distancia de 350 km desde la ciudad de Esmeraldas en el norte hasta Guayaquil en el sur. Las cimas de la Cordillera Costera varían entre 400 y 600 m, pero algunas cimas aisladas sobrepasan los 800 m. La geografía de esta zona se caracteriza por terrenos colinados los que son disectados por los Ríos Esmeraldas, Portoviejo, Chone y Guayas que nacen en las estribaciones andinas y desembocan en el Océano Pacífico.

1.6.2 SIERRA

La Sierra, también conocida como Callejón Interandino, está limitada por los ramales montañosos de la Cordillera de los Andes, que atraviesan el país de norte a sur.



FIGURA 1-32:Chimborazo, casa de paja

FUENTE: http://www.ecuaworld.com.ec/clima_ecuador.htm

El movimiento tectónico de la placa sudamericana hacia el oeste y la colisión de la placa continental de América del Sur con la placa del Pacífico, resultaron en el levantamiento de la roca continental que ha formado los Andes a lo largo del oeste de América del Sur. Los Andes norteños de Colombia y Ecuador son cordilleras relativamente jóvenes, y el mayor levantamiento empezó en el mioceno, hace unos 25 millones de años.

El callejón interandino entre las dos cordilleras es una zona donde no ha habido ningún levantamiento tectónico. La intensa actividad volcánica durante el terciario, sobre la antigua ya existente, provocó el levantamiento de rocas en ambas cordilleras, y empezó a elevar los Andes a mayores alturas.

A mediados y fines del terciario (hace 25–2,5 millones de años) se produjo una intensa actividad volcánica en las Cordilleras Occidental y Oriental, que produjo

un levantamiento mayor de los Andes. Hacia finales del terciario, la actividad volcánica cesó en los Andes del sur del Ecuador.

Sin embargo, a lo largo de las cordilleras del norte y del centro de los Andes ecuatorianos, continuó una intensa actividad volcánica que se extendió durante el cuaternario, durante los últimos 2,5 millones de años.

Esta actividad produjo la *avenida de los volcanes* que vemos hoy en día —las dos hileras de picos altos a lo largo de la Cordillera Occidental y Oriental desde el volcán Chiles en la frontera con Colombia hasta el Chimborazo en el sur al oeste y el Sangay al este. La actividad volcánica cuaternaria también produjo los volcanes Reventador y Sumaco, al este de la cadena principal de los Andes.



FIGURA 1-33:Cordillera de los Andes

FUENTE: <http://www.forodefotos.com/fotos-de-montanas/5683-cordillera-de-los-andes.html>

La Cordillera de los Andes domina el territorio ecuatoriano, ocupa el tercio central del país y se extiende de la frontera norte a sur.

Entre la Cordillera Oriental y la Occidental hay una serie de valles, separados unos de otros por una serie de nudos altos, transversales de este a oeste. La mayoría de las ciudades andinas del Ecuador, incluyendo Riobamba, están ubicadas en los valles.

El volcán más alto es el Chimborazo, 6310 m. Las volcanes más importantes de la Cordillera Occidental son, de norte a sur: Chiles (a lo largo la frontera con Colombia), Cotacachi, Pichincha, Illinizas y Chimborazo. Los volcanes principales de la Cordillera Oriental son Cayambe, Antisana, Cotopaxi, Tungurahua, El Altar y Sangay.

1.6.3 ORIENTE

A mediados del cretáceo, la región que ahora es la Amazonía ecuatoriana era una ensenada del océano Pacífico.



FIGURA 1-34:Oriente Ecuatoriano

FUENTE: <http://ecuadorextremo.com/regiones.htm>

Los depósitos marinos dejados en la ensenada en ese entonces produjeron los sedimentos calizos de la formación Napo, así como también los depósitos de petróleo que están siendo explotados hoy en día en la Amazonía ecuatoriana (Campbell, 1970). El tercio oriental del Ecuador continental abarca la parte occidental de la cuenca del Río Amazonas. El Ecuador ocupa sólo el 2% de toda la cuenca amazónica.

En la Amazonía ecuatoriana la mayor parte de la tierra firme, que se encuentra entre los ríos principales, no es una llanura plana y sin fisonomía, sino más bien una penillanura con una micro-topografía complicada de cerros bajos, frecuentemente con laderas inclinadas, está limitada en el oriente por el escudo de Guyana (rocas precámbricas) y en el occidente por la Cordillera oriental o también llamada Cordillera Real.

1.6.4 INSULAR, ARCHIPIÉLAGO DE COLÓN O GALÁPAGOS

Las Islas Galápagos, conocidas también como Archipiélago de Colón, comprenden 12 islas mayores y numerosas islas más pequeñas e islotes rocosos; la extensión total de las Galápagos es de unos 8000 km².



FIGURA 1-35:Islas Galápagos

FUENTE:<http://www.jamesnava.com/2010/10/26/tortugas-gigantes-de-las-islas-galapagos/>

Así como otros archipiélagos volcánicos y oceánicos tales como Hawai, se formaron de las erupciones de magma que brotaron a través de los puntos calientes o puntos débiles de la corteza oceánica del planeta. Las Galápagos son geológicamente muy jóvenes y la mayoría de sus formaciones han ocurrido durante el último millón de años, aunque algunas áreas de las Galápagos tienen hasta 3 millones de años (van der Werff, 1978).

El Archipiélago de Colón o Galápagos, situado en el Océano Pacífico, a 972 km. al oeste de la costa ecuatoriana, está formado por dos grupos de escudo volcanes basálticos. Las islas más antiguas erosionadas y con sedimentos marinos, están atribuidas al Plioceno, mientras que las islas jóvenes incluyen volcanes con actividad reciente. Galápagos está compuesto de trece islas grandes y seis pequeñas y sobre los 40 islotes, dotado de un gran esplendor y maravillas

zoología, geología y botánica, y son consideradas como el mayor laboratorio natural del mundo.

1.7 LA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA EN EL ECUADOR

Se debe remarcar, como premisa, que el Ecuador dispone de tres principales fuentes económicas de energía primaria para fines de la generación eléctrica: hidroenergía, gas natural y geotermia (Banco Mundial, 1986).

El borde continental activo del Ecuador, como ya mencionamos en el apartado anterior, está caracterizado por la subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, en condiciones bastante particulares por la presencia de la Dorsal de Carnegie, que se origina en el "Punto Caliente" de las Galápagos.

Estas características geológicas del territorio del Ecuador son muy favorables para pensar que, en los niveles superiores de la corteza, se han implantado, desde el período Terciario, cámaras magmáticas que alimentan a una intensa actividad volcánica que continúa manifestándose hasta el presente en el segmento septentrional de la Cadena Andina. No es casual el hecho que en el territorio ecuatoriano exista una de las más altas concentraciones de recursos geotérmicos a nivel mundial.

La exploración de los recursos geotérmicos se inició en 1978, bajo la responsabilidad del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), que estuvo empeñado en explorar los recursos aptos para la generación eléctrica. Entre 1979 y 1985, estas actividades concitaron un apreciable interés y consiguiente nivel de

respaldo, razón por la cual se desarrollaron con éxito y sin interrupciones, los siguientes estudios:

Reconocimiento Nacional, que contó con el apoyo técnico y económico de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE);

Prefactibilidad (I Fase) de las áreas de Tufiño-Chiles y Chalupas, financiados y ejecutados con recursos propios del INECEL

En marzo de 1982, los Presidentes de Colombia y Ecuador suscribieron, en la ciudad de Bogotá, un Acuerdo para la exploración geotérmica del Área Fronteriza de Chiles - Cerro Negro - Tufiño, a través de un proyecto binacional.

En agosto de 1984, el Gobierno de Italia y la OLADE formalizaron un instrumento mediante el cual se concretó la asignación de un aporte no reembolsable, que sería administrado por la OLADE, para financiar el Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Binacional Chiles - Cerro Negro - Tufiño, que concluyó en diciembre de 1987, sin que se haya realizado ni una sola perforación exploratoria que permita afianzar el modelo geotérmico.



FIGURA 1-36: Mapa de Fuentes Geotérmicas con estudios en el Ecuador

FUENTE: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1123/1/CD-2606.pdf>

Los estudios de superficie desarrollados por el INECEL, han permitido identificar y sustentar el interés que, para un eventual desarrollo geo termoeléctrico, presentan las siguientes áreas (Figura 1.36)

Fuentes de Energía Geotérmica en Ecuador con estudios:

- Tufiño - Chiles - Cerro Negro
- Chachimburo
- Chalupas

Todas ellas están ubicadas en la sierra norte y tienen como ventaja la de estar bastante cerca de las líneas de transmisión del Sistema Nacional Interconectado.

Una segunda opción para el aprovechamiento de la energía geotérmica en el

Ecuador representa el uso directo de los fluidos de media y baja entalpía en procesos industriales que utilizan agua caliente y la consiguiente sustitución de los derivados del petróleo, principalmente diesel.

En extensas y abundantes porciones de la parte centro-norte de la Región Interandina del Ecuador, existe una elevada probabilidad de encontrar importantes anomalías en el flujo de calor terrestre y, por consecuencia, gradientes geotérmicos anómalos.

En estas condiciones, está muy favorecida la existencia de acumulaciones de agua caliente en niveles bastante someros.

1.7.1 POTENCIAL

Se estima que este recurso energético supone unos 30 millones de Teravatios. Sin embargo, solo es aprovechable una pequeña parte. Muchas áreas del mundo disponen de recursos geotérmicos accesibles, especialmente regiones del denominado "Anillo de Fuego", que está formado por áreas que bordean el Océano Pacífico, zonas de la falla continental y otros puntos calientes.

Por tanto, Los Andes de Sudamérica, América Central, Méjico, cordilleras de Estados Unidos y Canadá, la cordillera Aleutiana de Alaska, la península de Kamchatka en Rusia, Italia, Nueva Zelanda, Sureste de África, Extremo Oriente, etc., son zonas susceptibles de aprovechamiento de la energía geotérmica.

La energía geotérmica en el Ecuador es una opción potencial de aprovechamiento energético, por poseer gran cantidad de volcanes detallados a continuación:

En la provincia de Chimborazo hay la presencia del volcán Chimborazo y al lado donde en su límite con la provincia de Tungurahua está el volcán activo Tungurahua.

Razón por la cual la provincia de Chimborazo es un potencial área de estudio, por sus capacidades de aprovechamiento de energía geotérmica, como testigos de lo mencionado tenemos a las diferentes aguas termales que posee la provincia, en los sectores aledaños del volcán Chimborazo y Tungurahua.

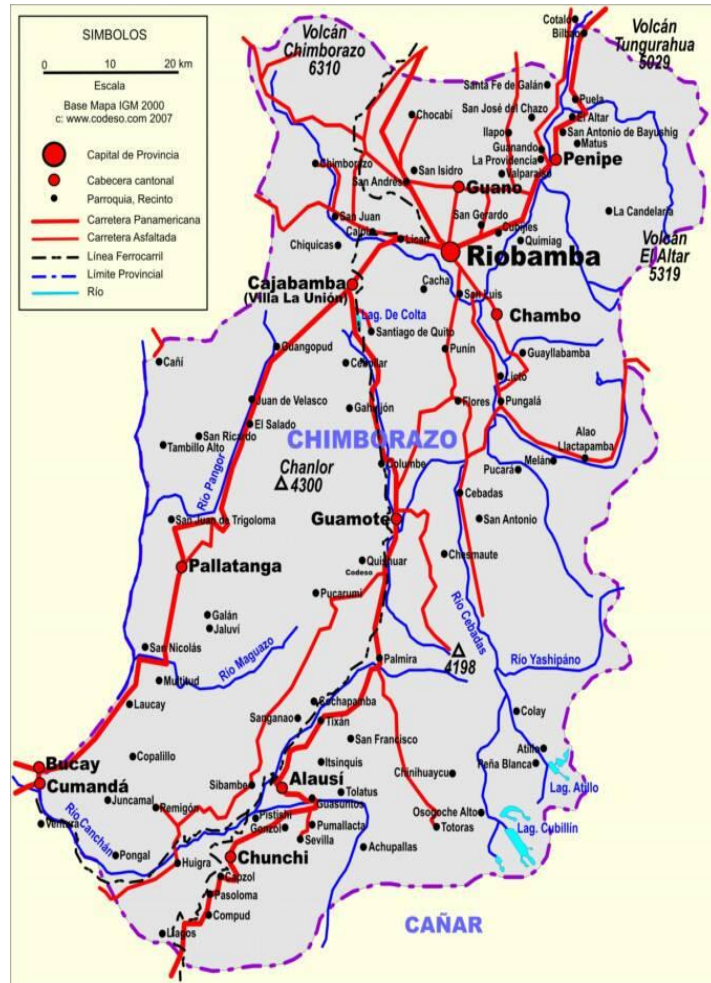


FIGURA 1-37: Mapa de la Provincia de Chimborazo

FUENTE: <http://ecuadorextremo.com/regiones.htm>

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MUESTREO

Se inició con una fase de pre-exploración, recorriéndolos cantones de la provincia en búsqueda de fuentes de aguas con manifestaciones termales, después de una ardua investigación se pudo realizar una lista con las posibles fuentes termales.

Tabla III: Fuentes halladas en la fase de pre-exploración

NUMERO	NOMBRE	LUGAR
1	Cunugyacu	Volcán Chimborazo
2	Palictahua	Puela
3	Guayllabamba	Cantón Chambo
4	Los Elenes	Cantón Guano
5	Pantus	Cantón Riobamba
6	Cachi huaico	Punín
7	El batan	Cubijíes
8	Vertientes	Cubijíes
9	Vertiente	Matus
10	Conugpogyo	Cicalpa
11	Quillu yacu	Cantón Alausí
12	El Carmen	Cantón Alausí
13	Vertiente	Guanando
14	Vertiente	Pachacsi - Tixan

Fuente: MUÑOZ, J. E., Aguas Minerales del Ecuador, Quito 1949

Al culminar con la fase de pre-exploración, se inició la fase de exploración, en la cual se visitó los lugares mencionados en la Tabla XXV, para confirmar su existencia. Las fuentes que no han sido consideradas para la toma de muestras y su respectivo análisis físico químico debido a su no existencia, o baja temperatura, se detallan a continuación.

Tabla IV: Fuentes no consideradas

NUMERO	NOMBRE	LUGAR	DETALLE
1	Cachi huaico	Punín	Temperatura baja
2	El Batan	Cubujíes	Temperatura baja
3	Vertientes	Cubijíes	Temperatura baja
4	Vertiente	Matus	Temperatura baja
5	Quillu yacu	Cantón Alausí	No existe
6	Vertiente	Guanando	No existe
7	Vertiente	Pachacsi - Tixan	Temperatura baja

De las fuentes que consideradas para el estudio se procedió a tomar muestras, las cuales fueron llevadas al Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias, y al CESTTA para su respectivo análisis físico-químico.

Las fuentes termales estudiadas son las siguientes:

Tabla V: Fuentes Termales

NUMERO	SECTOR	NOMBRE
1	Volcán Tungurahua	Palictahua
2	Chambo	Guayllabamba
3	Guano	Los Elenes
4	Licto	Pantus
5	Cicalpa	Conugpogyo
6	Volcán Chimborazo	Cunugyacu
7	Multitud –Alausí	El Carmen

2.1.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.1.1.1 Métodos

El método al iniciarse el trabajo fue de carácter científico, en base a una investigación exploratoria en fuentes bibliográficas referentes a Energía Geotérmica, ya que el tema elegido es poco explorado, luego se utilizó el método experimental para la recolección y análisis de muestras, por último, el método deductivo, que nos permitió con los resultados generalizados dar las características particulares de cada fuente termal.

2.1.1.2 Técnicas

Usamos la **técnica de muestro** y análisis físico-químicos de las muestras. In situ se procedió a medir la temperatura, el pH, la conductividad y el caudal usando el equipo de multiparámetro del laboratorio de aguas de la ESPOCH; además de las coordenadas geográficas y la altura a nivel del mar del sitio donde se encuentra la fuente estudiada haciendo uso del GPS.

La recolección de muestras se llevó a cabo, usando frascos de 1L y de 250 ml de plástico para determinar las propiedades físico químicas de las aguas, y botellas de 1L de vidrio color ámbar para los análisis de metales (Sodio, Potasio, Magnesio, Litio y Boro).

Preparación de documentos de campo: Se utilizó cartografía, GPS, manuales de uso y calibración de aparatos, libretas de campo y fichas de las captaciones.

Protocolo y limpieza de los equipos: Limpieza de electrodos del multiparámetro con agua destilada, antes y después de la toma de cada muestra.

Tabla VI: Instrumentación

INSTRUMENTO	MAGNITUD	UNIDADES
GPS	-Coordenadas Geográficas	UTM
	-Altura	m
MULTI PARÁMETRO	-Conductividad	$\mu\text{S/cm}$
	-Temperatura	$^{\circ}\text{C}$
	-pH	Und

2.1.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Localidad: Los Elenes Cantón Guano

Fecha de Análisis 19 de diciembre del 2011

Fecha de Entrega de Resultados 13 de enero de 2012

Tipo de muestras: Agua termal de los Elenes

Tabla VII: Análisis de Agua termal de Los Elenes

DETERMINACIONES	UNIDADES	*MÉTODO	RESULTADOS
pH	Und.	4500-B	6.58
Temperatura	°C		21.1
T. Ambiente	°C		16,5
Turbiedad	UNT	2130-B	0.37
Conductividad	µS/cm	2510-B	2,150.0
Dureza	mg/L	2340-C	824.0
Calcio	mg/L		105.6
Cloruros	mg/L	4500-CI-B	24.1
Alcalinidad	mg/L	2320-C	370
Sulfatos	mg/L		171.6
Hierro	mg/L	4500-Fe-	0.1
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	1,333.0
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	2,040.0
Bicarbonatos	mg/L		439.2
Sodio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	155.67
Potasio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	10.90
Magnesio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	131.59
Litio	mg/L	PEE/LAB- CESTTA/163APHA3120B	0,0050
Boro	mg/L	PEE/LAB- CESTTA/163APHA3120B	0,8488

Localidad: Cantón Chambo

Fecha de Análisis 19 de diciembre del 2011

Fecha de Entrega de Resultados: 13 de enero de 2012

Tipo de muestras: Agua termal de Guayllabamba

DETERMINACIONES	UNIDADES	*MÉTODO	RESULTADOS
pH	Und.	4500-B	6.21
Temperatura	°C		37.8
T. Ambiente	°C		15,4
Turbiedad	UNT	2130-B	9.92
Conductividad	µS/cm	2510-B	1,477.0
Dureza	mg/L	2340-C	428.0
Calcio	mg/L		164.0
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	38.3
Alcalinidad	mg/L	2320-C	650
Sulfatos	mg/L		27.5
Hierro	mg/L	4500-Fe-	0.28
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	915.7
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1,052.0
Bicarbonatos	mg/L		768.6
Sodio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	146.16
Potasio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	13.50
Magnesio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	24.36
Litio	mg/L	PEE/LAB- CESTTA/163APHA3120B	0.2755
Boro	mg/L	PEE/LAB- CESTTA/163APHA3120B	0.0026

Localidad: Parroquia Licto Cantón Riobamba

Fecha de Análisis 19 de diciembre del 2011

Fecha de Entrega de Resultados 13 de enero de 2012

Tipo de muestras: Agua termal de Pantus

Tabla VIII: Análisis de Agua termal de Pantus

DETERMINACIONES	UNIDADES	*MÉTODO	RESULTADOS
pH	Und.	4500-B	6.50
Temperatura	°C		20.3
T. Ambiente	°C		16
Turbiedad	UNT	2130-B	0.85
Conductividad	µS/cm	2510-B	776.0
Dureza	mg/L	2340-C	184.0
Calcio	mg/L		28.8
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	18.4
Alcalinidad	mg/L	2320-C	260
Sulfatos	mg/L		39.5
Hierro	mg/L	4500-Fe-	0.31
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	481.1
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	896.0
Bicarbonatos	mg/L		305
Sodio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	87.11
Potasio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	9.21
Magnesio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	18.27
Litio	mg/L	PEE/LAB- CESTTA/163APHA3120B	0.0050
Boro	mg/L	PEE/LAB- CESTTA/163APHA3120B	0.5281

Localidad: Chimborazo

Fecha de Análisis 21 de diciembre del 2011

Fecha de Entrega de Resultados 13 de enero de 2012

Tipo de muestras: Agua termal de Cunugyacu

Tabla IX: Análisis de Agua termal de Cunugyacu

DETERMINACIONES	UNIDADES	*MÉTODO	RESULTADOS
pH	Und.	4500-B	7.79
Temperatura	°C		45.0
T. Ambiente	°C		12.2
Turbiedad	UNT	2130-B	0.92
Conductividad	µS/cm	2510-B	4,480.0
Dureza	mg/L	2340-C	4,200.0
Calcio	mg/L		1,280.0
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	1,702.0
Alcalinidad	mg/L	2320-C	900
Sulfatos	mg/L		129.8
Hierro	mg/L	4500-Fe-	0.07
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	2,777.6
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	4,980.0
Bicarbonatos	mg/L		732.0
Sodio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	522.79
Potasio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	7.75
Magnesio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	1.07
Litio	mg/L	PEE/LAB- CESTTA/163APHA3120B	0.1743
Boro	mg/L	PEE/LAB- CESTTA/163APHA3120B	0.0158

Localidad: Cicalpa Cantón Colta

Fecha de Análisis 9 de enero del 2012

Fecha de Entrega de Resultados 13 de enero de 2012

Tipo de muestras: Agua termal Conugpogyo

Tabla X: Análisis de Agua termal Conugpogyo

DETERMINACIONES	UNIDADES	*MÉTODO	RESULTADOS
pH	Und.	4500-B	7.25
Temperatura	°C		21.0
T. Ambiente	°C		14.3
Turbiedad	UNT	2130-B	1.65
Conductividad	µS/cm	2510-B	481.0
Dureza	mg/L	2340-C	408.0
Calcio	mg/L		89.6
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	17.02
Alcalinidad	mg/L	2320-C	220.0
Sulfatos	mg/L		40.37
Hierro	mg/L	4500-Fe-	0.039
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	298.22
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	556.0
Bicarbonatos	mg/L		323.3
Sodio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	39.78
Potasio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	12.09
Magnesio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	38.38
Litio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/163APHA3120B	0.0050
Boro	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/163APHA3120B	0,2713

Localidad: Puela, Cantón Penipe

Fecha de Análisis 12 de diciembre del 2011

Fecha de Entrega de Resultados 13 de enero de 2012

Tipo de muestras: Agua termal Palictahua

DETERMINACIONES	UNIDADES	*MÉTODO	RESULTADOS
pH	Und.	4500-B	6.31
Temperatura	°C		36.1
T. Ambiente	°C		14.3
Turbiedad	UNT	2130-B	140.8
Conductividad	µS/cm	2510-B	3,210.0
Dureza	mg/L	2340-C	4,200.0
Calcio	mg/L		2.100.0
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	45.38
Alcalinidad	mg/L	2320-C	1,400.0
Sulfatos	mg/L		
Hierro	mg/L	4500-Fe-	3.28
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	1990.0
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	4,320.0
Bicarbonatos	mg/L		1567.7
Sodio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	171.09
Potasio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	31.19
Magnesio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/67APHA 3030 B, 3111 B	225.01
Litio	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/163APHA3120B	0.2283
Boro	mg/L	PEE/LAB-CESTTA/163APHA3120B	0.0022

Localidad: El Carmen, Multitud, Alausí

Fecha de Análisis 12 de diciembre del 2011

Fecha de Entrega de Resultados: 13 de enero de 2012

Tipo de muestras: Agua termal El Carmen

Tabla XI: Agua termal El Carmen

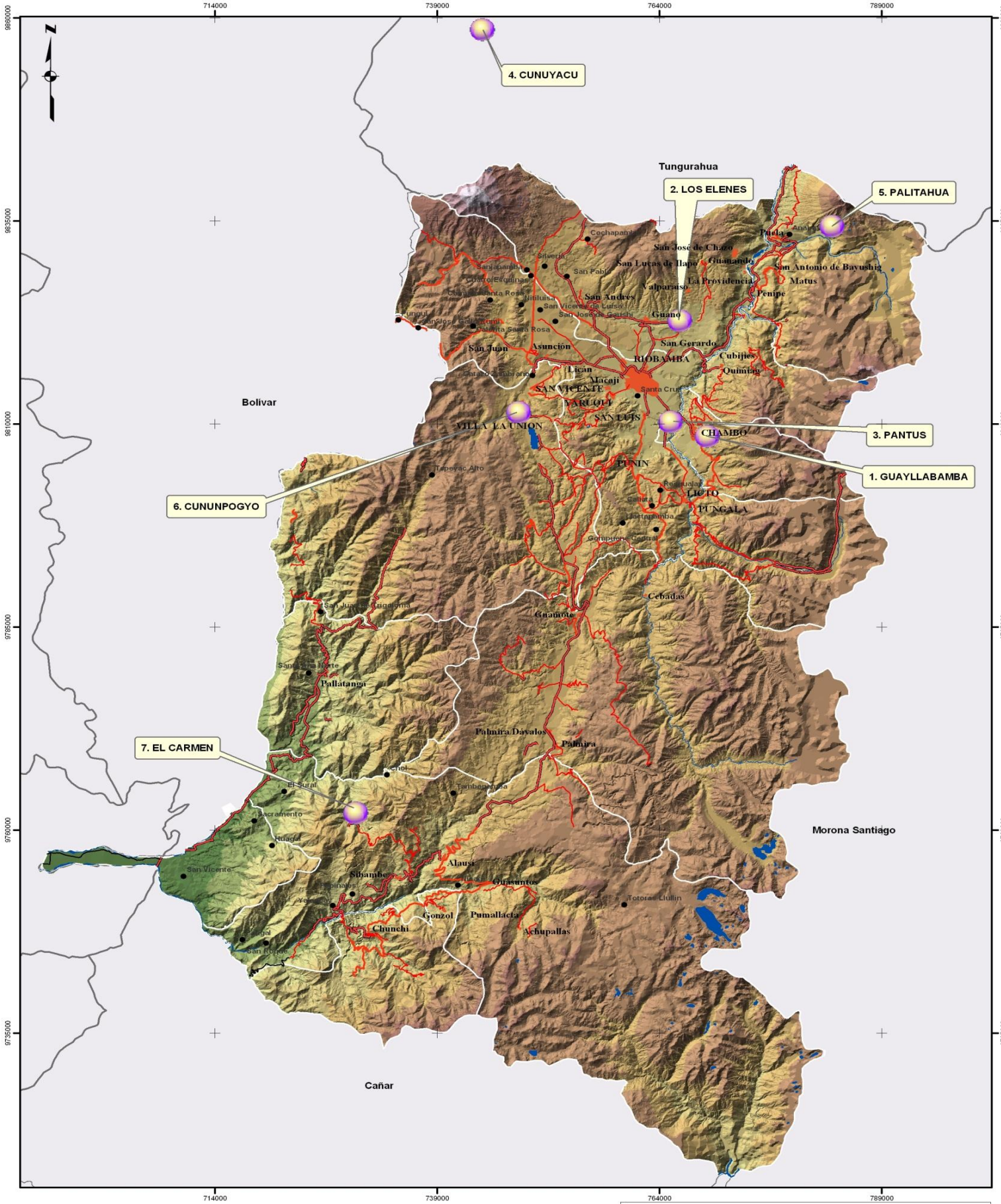
DETERMINACIONES	UNIDADES	*MÉTODO	RESULTADOS
pH	Und.	4500-B	7,9
Temperatura	°C		23
Turbiedad	UNT	2130-B	1,6
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	360
Dureza	mg/L	2340-C	56
Calcio	mg/L		16
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	204,2
Alcalinidad	mg/L	2320-C	40
Sulfatos	mg/L		2,53
Hierro	mg/L	4500-Fe-	0,11
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	223
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	272

Nota: En éste yacimiento geotérmico, no se pudo completar los análisis químicos correspondientes, debido a la falta de cooperación del propietario de la hacienda.

2.1.3 DATOS GEOREFERENCIALES

Tabla XII: Datos Geo referenciales de las Fuentes de Baja Entalpía

SECTOR	NOMBRE	NORTE	ESTE	ALTURA (m)
Volcán Tungurahua	Palictahua	9833985	783191	2843
Chambo	Guayllabamba	9808141	769146	2622
Guano	Los Elenes	9822367	766063	2602
Licto	Pantus	9809916	765006	2621
Cicalpa	Conugpogyo	9811065	747940	3234
Volcán Chimborazo	Cunugyacu	9858211	743835	2794
Multitud - Alausí	El Carmen	9761745	729574	2195



6. CUNUNPOGYO

4. CUNUYACU

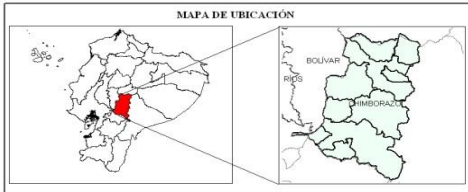
2. LOS ELENES

5. PALITAHUA

3. PANTUS

1. GUAYLLABAMBA

7. EL CARMEN



SIMBOLOGÍA	
●	Poblado
●	Sector urbano
—	Carretera afirmada dos vías
—	Carretera afirmada una vía
—	Carretera pavimentada
—	Carretera sin pavimentar angosta
—	Río doble
—	Laguna
●	Fuente Geotérmica

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		
MAPA DE UBICACIÓN DE FUENTES GEOTÉRMICAS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
TESISTAS: Wilson Naula Washington Carrasco		FUENTE: Cartografía base proporcionada por la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo Centro de SIG Trabajo de campo
ESCALA DE TRABAJO: 1:50.000	FECHA: ENERO - 2012	MAPA N° 01
ESCALA DE IMPRESIÓN: 1:400.000		

3 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

3.1 CÁLCULOS

3.1.1 CAUDAL

Para el cálculo de los caudales se procedió a medir la cantidad de agua que llena un recipiente preestablecido y contando el tiempo que tarda en llenar el mismo.

Tabla XIII Caudal de las fuentes termales

FUENTE	Volumen Recipiente (cm ³)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	\bar{t} (s)	Q (cm ³ /s)
Conugpogyo	6280	9,26	9,14	10,64	9,68	648,76
Cunugyacu	2000	3,14	3,32	3,26	3,24	617,28
Pantus	6283,18	3,06	3,00	3,09	3,05	2060,06
Los Elenes	50256,44	5,48	5,44	5,43	5,45	9223,02
Palictahua	5000	9,97	9,32	10,02	9,77	511,77
El Carmen	6280	10,25	10,36	9,30	9,97	629,89
Guayllabamb	32.4(m ³)*	5(h)*	-	-	-	1833.33

* Para el caso particular de Guayllabamba, donde el agua llena directamente la piscina principal, se calculó aproximadamente en volumen de esta pues tiene una forma muy irregular. El tiempo en llenarse la piscina es de aproximadamente 5 horas.

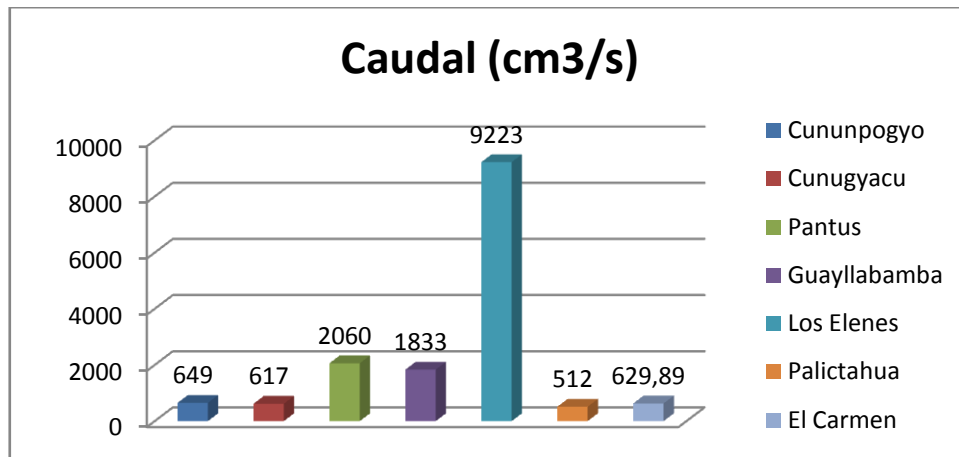


FIGURA3-1: Caudal de las fuentes termales

3.1.2 BALANCE IÓNICO

Para determinar el la calidad de los análisis se procedió a realizar un balance de cargas, verificando por medio de la ecuación de error de balance de cargas.³⁴

$$E = \frac{\sum m_c - \sum m_a}{\sum m_c + \sum m_a}$$

Donde

E = Erros del balance de carga expresado en por ciento

$\sum m_c$ = La sumatoria de las concentraciones de los cationes (meq/L)

$\sum m_a$ = La sumatoria de las concentraciones de los aniones (meq/L)

Para transformar las concentraciones de los cationes y aniones de mg/L a meq/L se utilizó los factores de conversión expresado en el ANEXO 1.2. Cabe resaltar

³⁴Freeze y Cherry, 1979

que para tener un correcto análisis de la calidad de los resultados se debe tener todos los cationes y aniones de la muestra para tener un error menor,

Tabla XIV Sumatoria de aniones (meq/L)

FUENTE	Ca	Na	K	Mg	Li	B	Fe	$\sum m_a$
Conugpogyo	4,471	1,730	0,309	3,158	0,0007	0,0753	0,0021	9,74
Cunugyacu	63,872	22,739	0,198	0,088	0,0251	0,0044	0,0038	86,93
Pantus	1,437	3,789	0,235	1,503	0,0007	0,1465	0,0166	7,12
Guayllabamba	8,183	6,357	0,345	2,004	0,0397	0,0007	0,0150	16,94
Los Elenes	5,269	6,771	0,278	10,830	0,0007	0,2355	0,0054	23,39
Palictahua	104,790	7,441	0,797	18,519	0,0329	0,0006	0,1762	131,75
El Carmen	0,798	N.D.	N.D.	0,321	N.D.	N.D.	0,0059	1,13

N.D. Concentración no Medida

Tabla XV Sumatoria de aniones (meq/L)

FUENTE	Cloruros	Sulfatos	Bicarbonatos	$\sum m_c$
Conugpogyo	0,48	0,84	5,30	6,62
Cunugyacu	48,01	2,70	12,00	62,71
Pantus	0,52	0,82	5,00	6,34
Guayllabamba	1,08	0,57	12,60	14,25
Los Elenes	0,68	3,57	7,20	11,45
Palictahua	1,28	47,47	25,69	74,44
El Carmen	5,76	0,05	0,67	6,48

Aplicando la Ecuación 3-1 tenemos

Tabla XVI Error de balance de cargas

FUENTE	Σm_a (meq/L)	Σm_c (meq/L)	E (%)
Conugpogyo	9,75	6,62	19,12
Cunugyacu	86,93	62,71	16,19
Pantus	7,13	6,34	5,86
Guayllabamba	16,95	14,25	8,65
Los Elenes	23,39	11,45	34,27
Palictahua	131,76	74,44	27,80
El Carmen	1,13	6,48	-70,41

3.2 RESULTADOS

3.2.1 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS ENTRE LAS FUENTES

3.2.1.1 pH

Para clasificar las fuentes según su pH se utilizó la Norma Cubana de Agua Mineral (NC 93-01-218:1995).

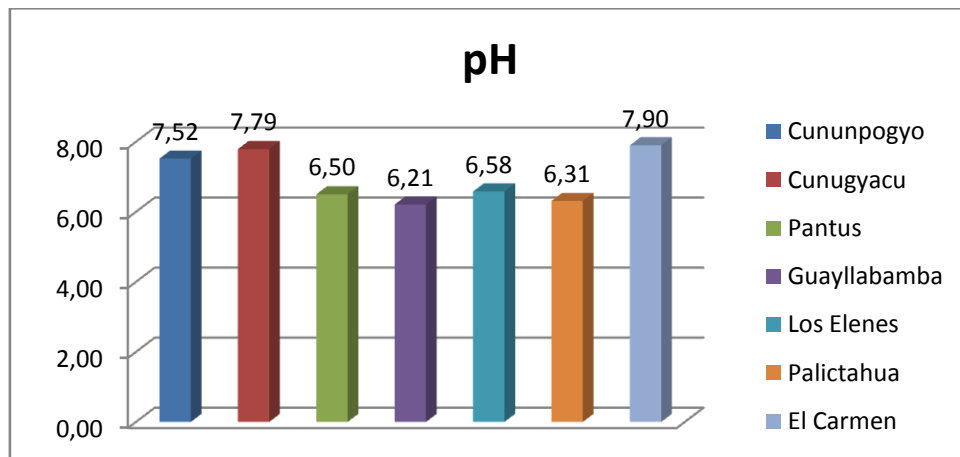


FIGURA3-2pH de las muestras

Tabla XVIIClasificación de las muestras según su pH

Tipo	pH	Fuentes
Acidas	< 6,8	Pantus Guayllabamba Los Elenes Palictahua
Neutras	6,8 -7,2	-
Alcalinas	> 7,2	Conugpogyo Cunugyacu El Carmen

3.2.1.2 Temperatura

La temperatura de las aguas subterráneas depende de las condiciones climáticas y geotérmicas, para nuestro caso todas las fuentes consideradas tienen una temperatura mayor a la media ambiental. ANEXO xx.

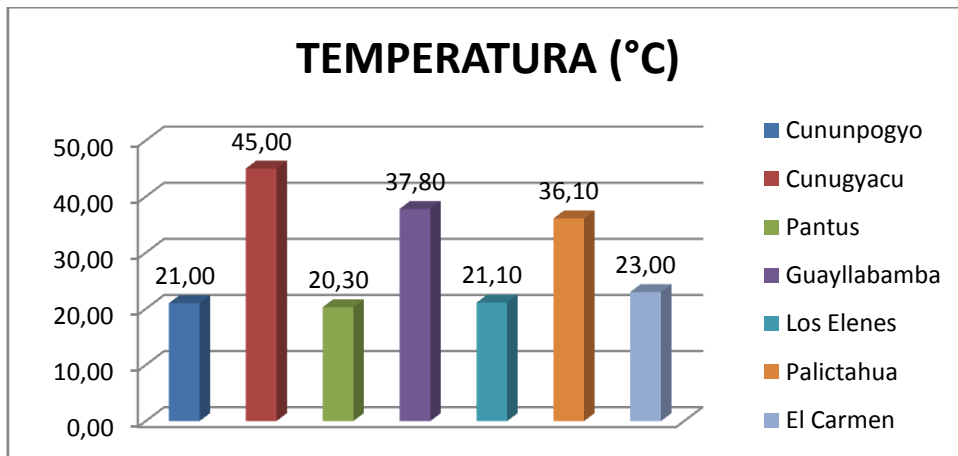


FIGURA3-3 Temperatura de las fuentes termales

Tabla XVIII Clasificación según su entalpia

Tipo	T °C	Fuentes
Alta	> 150	-
Media	90 - 150	-
Baja	30 - 90	Cunugyacu Guayllabamba Palictahua
Muy Baja	< 30	Conugpogyo Los Elenes Pantus El Carmen

Se consideran termales a aquellas aguas subterráneas cuya temperatura es mayor que la temperatura media anual. Esta diferencia debe ser superior a 4 o 5 °C.⁽³⁵⁾

Desde el punto de vista terapéutico y en relación con la temperatura del organismo las podemos clasificar de la siguiente manera.

Tabla XIX Clasificación balneológica

Tipo	T °C	Fuentes
Frias	< 20	-
Hipotermal	20 - 35	Conugpogyo Pantus Los Elenes El Carmen
Mesotermal	35 -45	Palictahua Cunugyacu Guayllabamba
Hipertermales	>45	-

FUENTE: Armijo- Valenzuela y San Martín, 1994

⁽³⁵⁾Schoeller 1962

3.2.1.3 Turbiedad

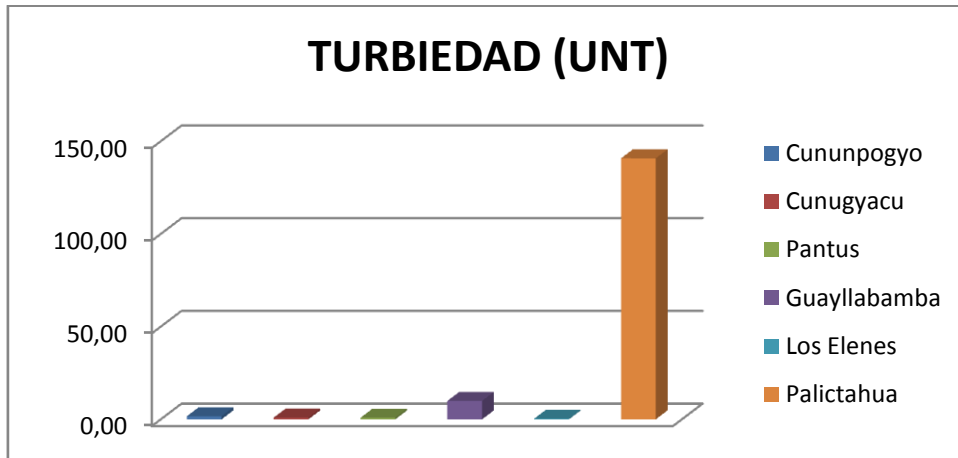


FIGURA3-4Turbiedad

3.2.1.4 Conductividad

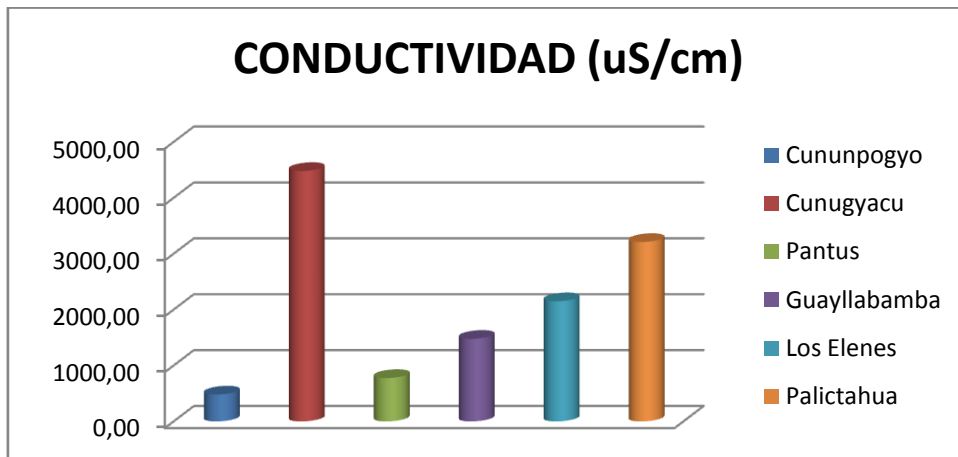


FIGURA3-5Conductividad

3.2.1.5 Dureza

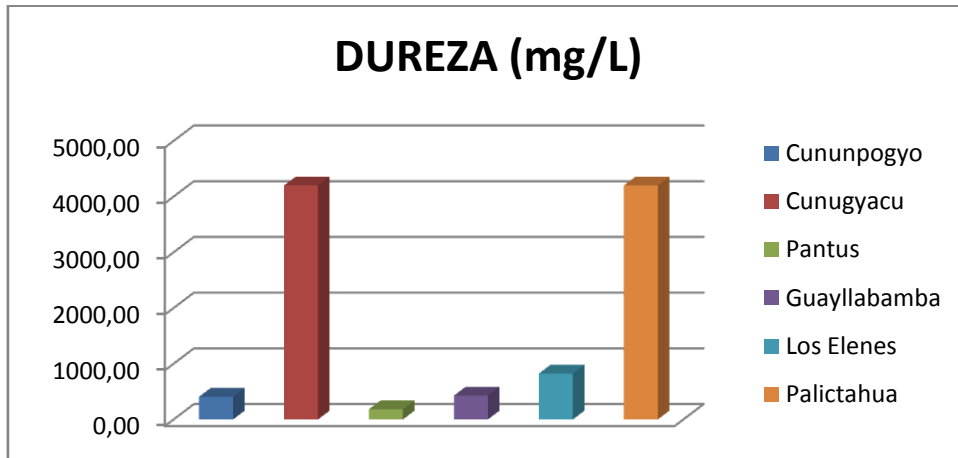


FIGURA3-6Dureza

3.2.1.6 Alcalinidad

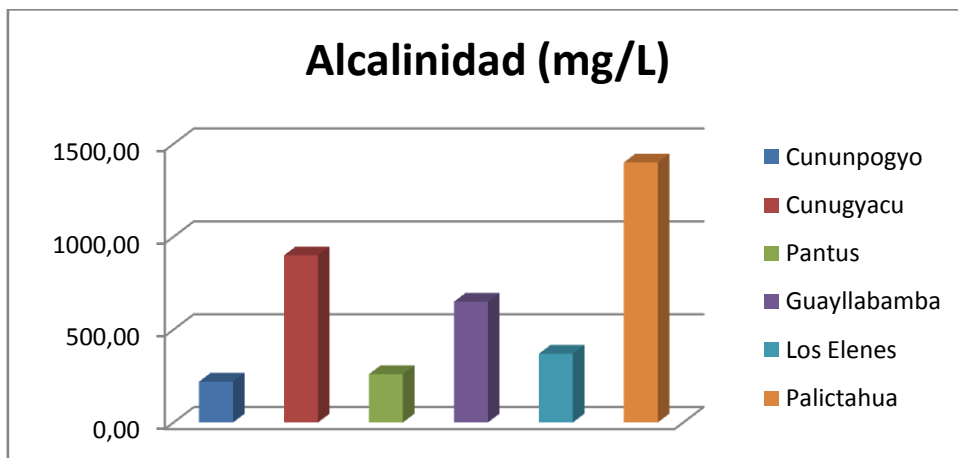


FIGURA3-7Alcalinidad

3.2.1.7 Sólidos disueltos y totales

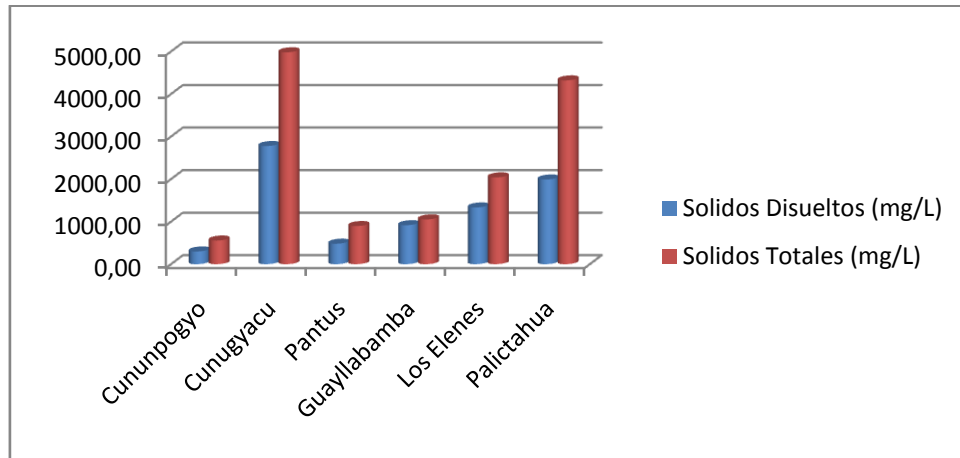


FIGURA3-8Sólidos disueltos y sólidos totales

3.2.2 DIAGRAMA PIPER

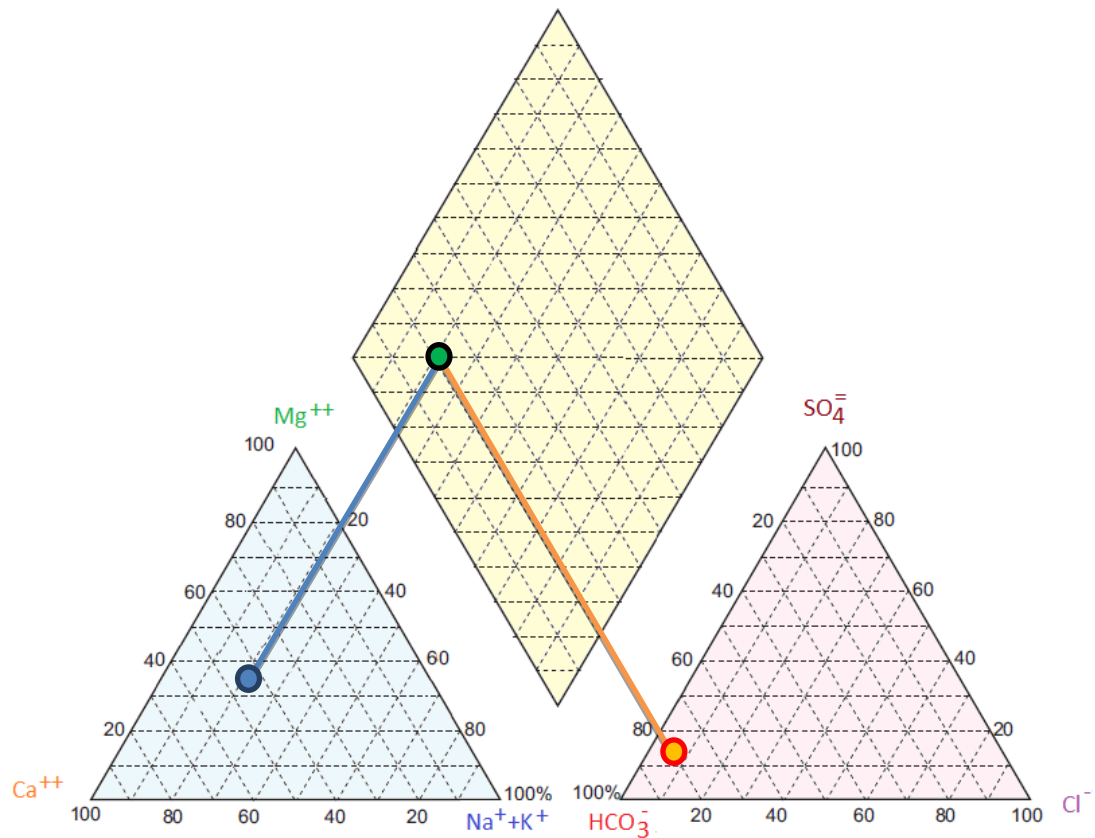
3.2.2.1 Diagrama Piper.- Fuente Cununpogyo

Cationes

FUENTE	Ca ⁺⁺ (meq/L)	Na ⁺ + K ⁺ (meq/L)	Mg ⁺⁺ (meq/L)	Σ (meq/L)	Ca ⁺ %	Na ⁺ +K ⁺ %	Mg ⁺⁺ %
Conugpogyo	4,47	2,04	3,16	9,67	46	21	33

Aniones

FUENTE	Cl ⁻ (meq/L)	SO ₄ ⁼ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	Σ (meq/L)	Cl ⁻ %	SO ₄ ⁼ %	HCO ₃ ⁻ %
Conugpogyo	0,48	0,84	5,30	6,62	7	13	80



Fuente Bicarbonata Cálcica Magnésica

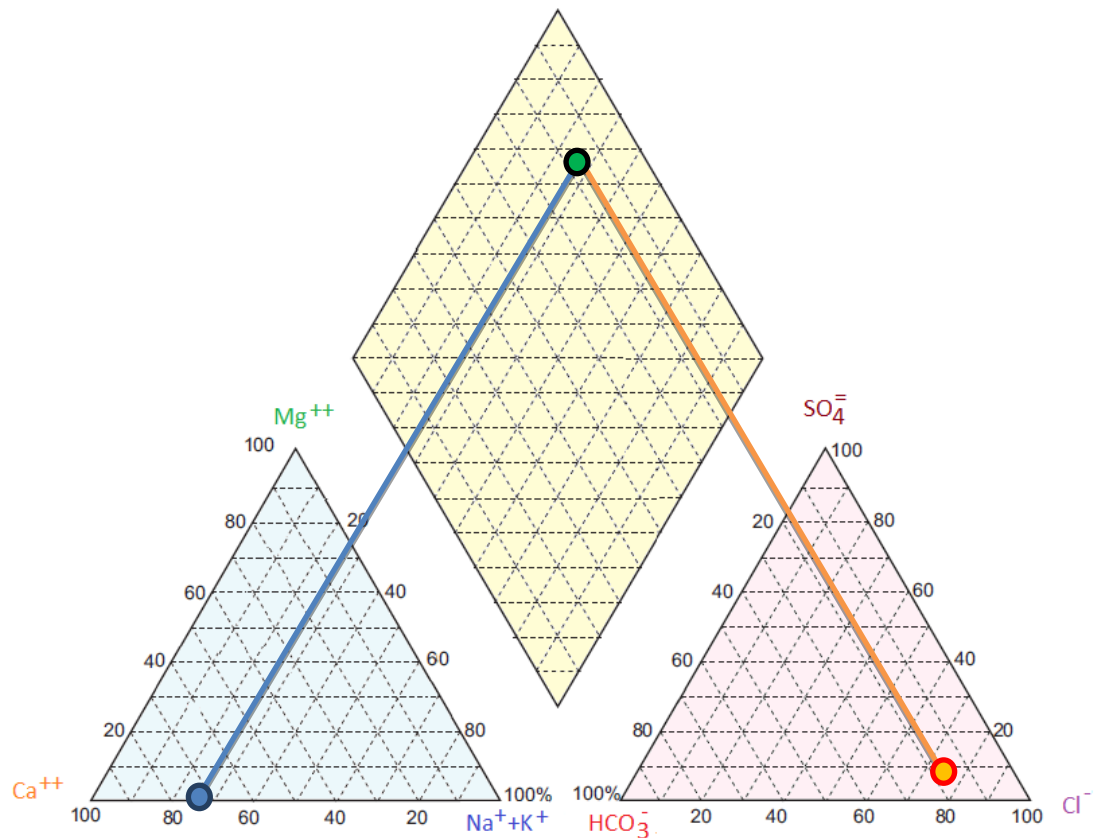
3.2.2.2 Diagrama Piper.- Fuente Cunugyacu

Cationes

FUENTE	Ca ⁺⁺ (meq/L)	Na ⁺ + K ⁺ (meq/L)	Mg ⁺⁺ (meq/L)	Σ (meq/L)	Ca ⁺ %	Na ⁺ + K ⁺ %	Mg ⁺⁺ %
Cunugyacu	63,87	22,94	0,09	86,90	73,50	26,40	0,10

Aniones

FUENTE	Cl ⁻ (meq/L)	SO ₄ ⁼ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	Σ (meq/L)	Cl ⁻ %	SO ₄ ⁼ %	HCO ₃ ⁻ %
Cunugyacu	48,01	2,70	12,00	62,71	76,56	4,31	19,13



Fuente Sulfatada Cálctica Clorurada

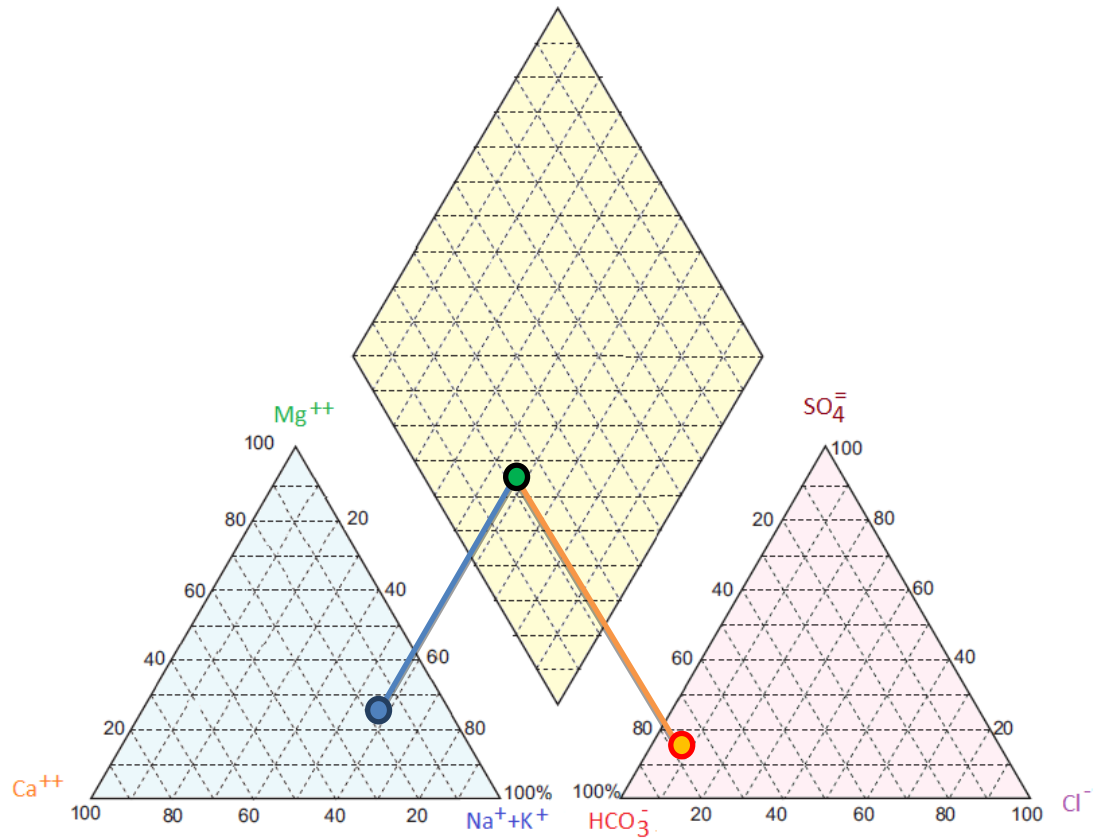
3.2.2.3 Diagrama Piper.- Fuente Pantus

Cationes

FUENTE	Ca ⁺⁺ (meq/L)	Na ⁺ + K ⁺ (meq/L)	Mg ⁺⁺ (meq/L)	Σ (meq/L)	Ca ⁺ %	Na ⁺ +K ⁺ %	Mg ⁺⁺ %
Pantus	1,44	4,02	1,50	6,97	20,63	57,78	21,59

Aniones

FUENTE	Cl ⁻ (meq/L)	SO ₄ ⁼ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	Σ (meq/L)	Cl ⁻ %	SO ₄ ⁼ %	HCO ₃ ⁻ %
Pantus	0,52	0,82	5,00	6,34	8,19	12,97	78,84



Fuente Bicarbonatada Sódica

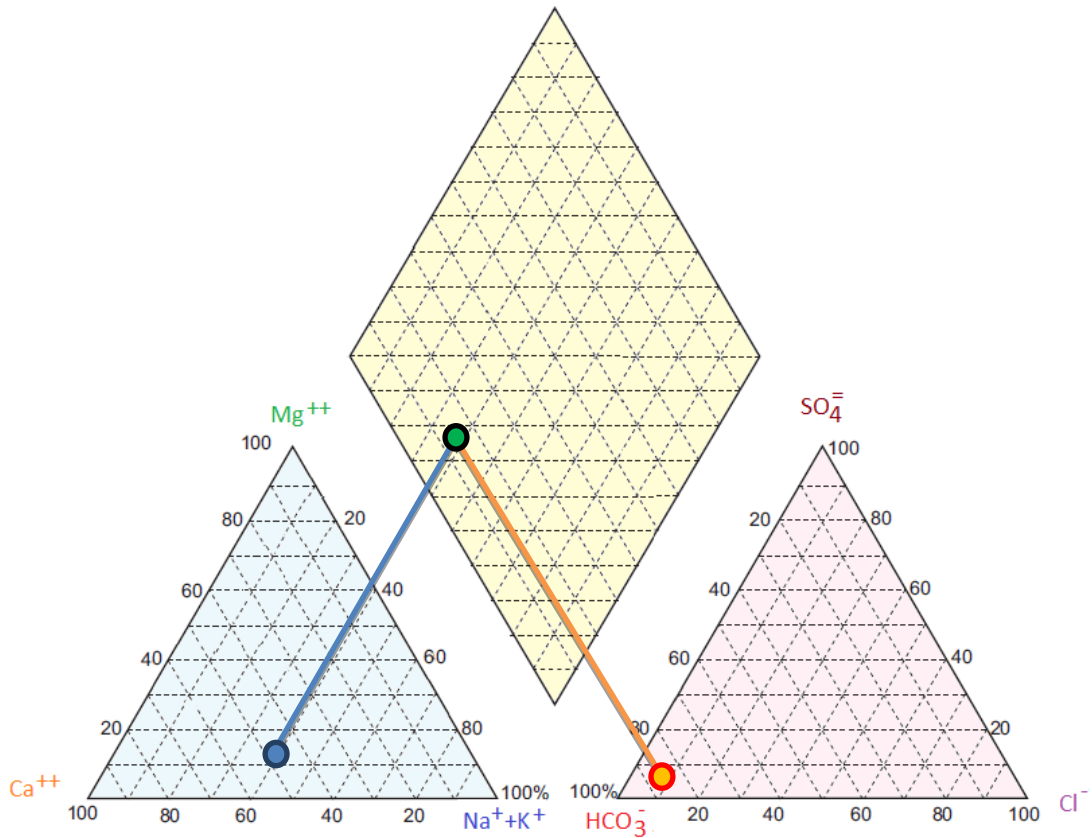
3.2.2.4 Diagrama Piper.- Fuente Guayllabamba

Cationes

FUENTE	Ca ⁺⁺ (meq/L)	Na ⁺ + K ⁺ (meq/L)	Mg ⁺⁺ (meq/L)	Σ (meq/L)	Ca ⁺ %	Na ⁺ + K ⁺ %	Mg ⁺⁺ %
Guayllabamba	8,18	6,70	2,00	16.89	48,4	39,68	11,87

Aniones

FUENTE	Cl ⁻ (meq/L)	SO ₄ ⁼ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	Σ (meq/L)	Cl ⁻ %	SO ₄ ⁼ %	HCO ₃ ⁻ %
Guayllabamba	1,08	0,57	12,60	14,25	7,58	4,02	88,40



Fuente Bicarbonatada Sódica

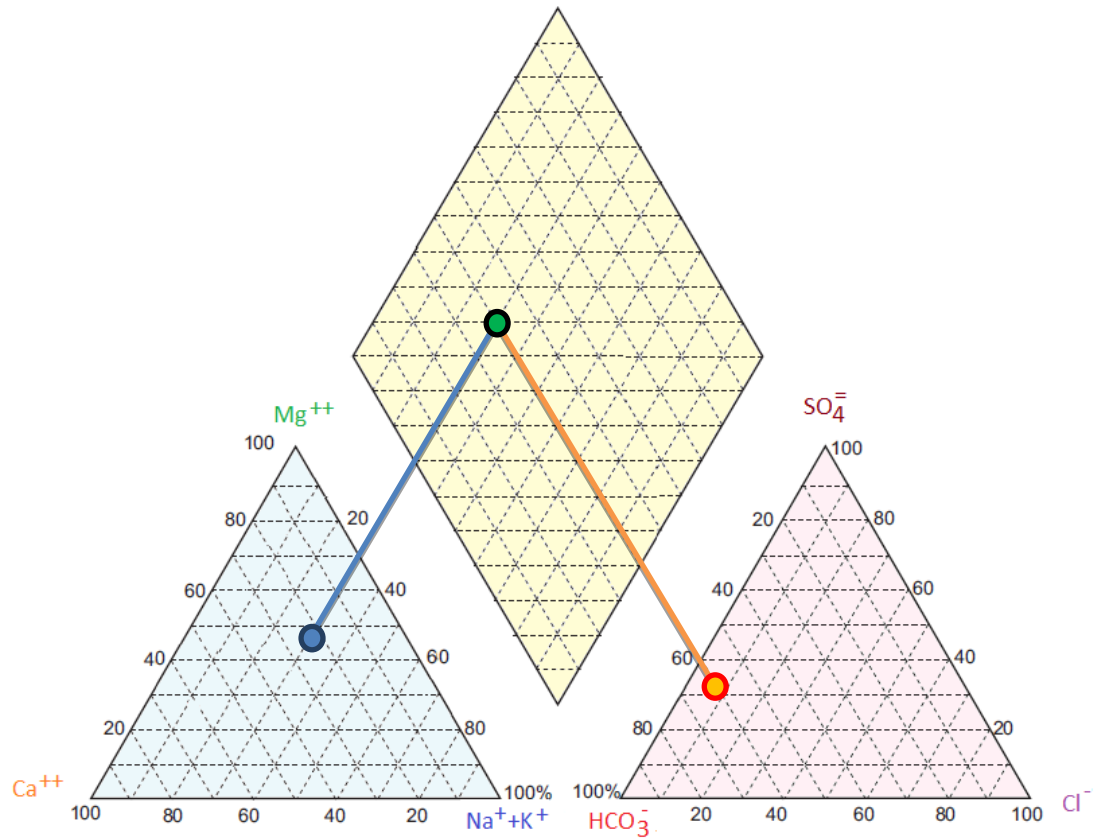
3.2.2.5 Diagrama Piper.- Fuente Los Elenes

Cationes

FUENTE	Ca ⁺⁺ (meq/L)	Na ⁺ + K ⁺ (meq/L)	Mg ⁺⁺ (meq/L)	Σ (meq/L)	Ca ⁺ %	Na ⁺ +K ⁺ %	Mg ⁺⁺ %
Los Elenes	5,27	7,05	10,83	23,15	22,76	30,45	46,78

Aniones

FUENTE	Cl ⁻ (meq/L)	SO ₄ ⁼ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	Σ (meq/L)	Cl ⁻ %	SO ₄ ⁼ %	HCO ₃ ⁻ %
Los Elenes	0,68	3,57	7,20	11,45	5,94	31,20	62,86



Fuente Bicarbonata Cálcica Magnésica

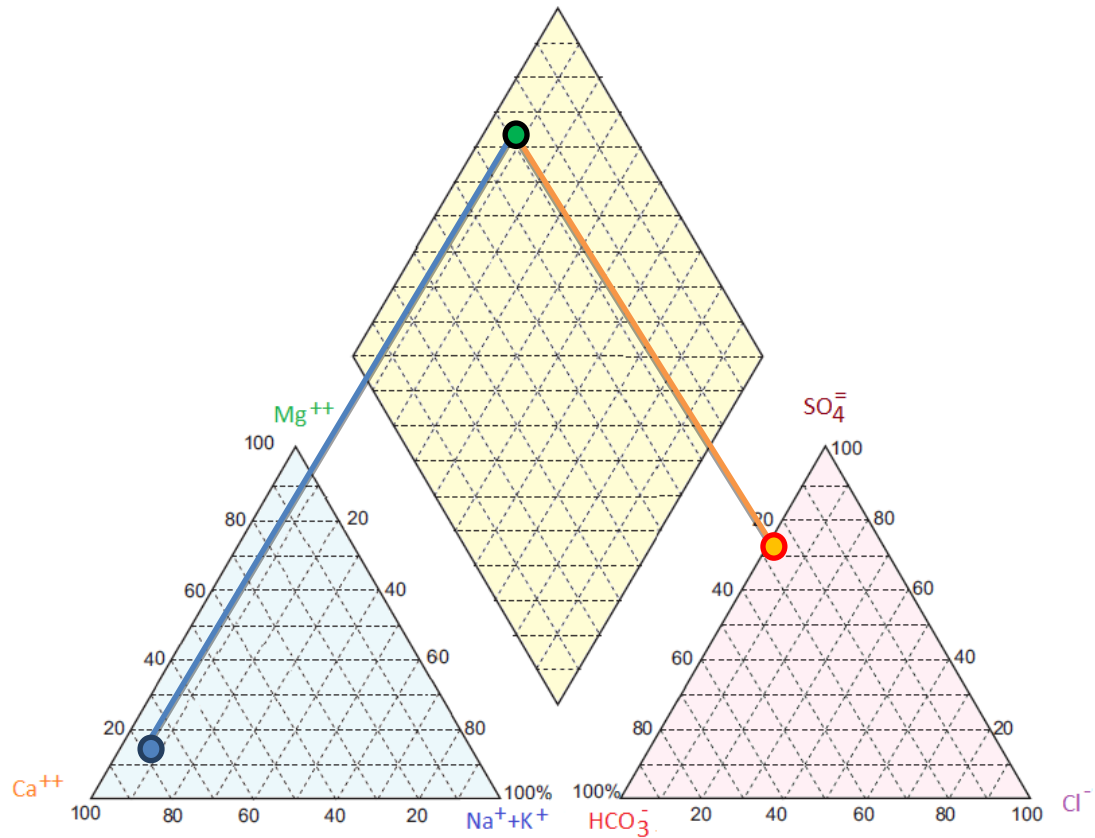
3.2.2.6 Diagrama Piper.- Fuente Palictahua

Cationes

FUENTE	Ca ⁺⁺ (meq/L)	Na ⁺ + K ⁺ (meq/L)	Mg ⁺⁺ (meq/L)	Σ (meq/L)	Ca ⁺ %	Na ⁺ + K ⁺ %	Mg ⁺⁺ %
Palictahua	104,79	8,24	18,52	131,55	79,66	6,26	14,08

Aniones

FUENTE	Cl ⁻ (meq/L)	SO ₄ ⁼ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	Σ (meq/L)	Cl ⁻ %	SO ₄ ⁼ %	HCO ₃ ⁻ %
Palictahua	1,28	66,63	25,69	93,60	1,37	71,18	27,45



Fuente Sulfatada Cállica

3.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Fuente Cununpogyo: Se encuentra localizada en el Cantón Colta a una altura de 3234 msnm con una temperatura de la fuente de 21 °C y una temperatura media ambiental de 12 °C por lo que se le considera una fuente hipotermal de muy baja entalpía, de los resultados físico químicos resulta ser alcalina y se la caracteriza como Fuente Bicarbonata Cálcica Magnésica.

Aplicaciones: El cantón Colta a través de la gestión de sus municipios en base a estos resultados puede usar la fuente para balnearios o piscicultura debido a su temperatura y sus características físico químicas.

Tenemos las siguientes propiedades terapéuticas de las aguas:

Administradas por vía oral estas aguas se comportan como antiácidas en el estómago, aunque con un menor poder neutralizante de la acción gástrica.

En el intestino los iones calcio y magnesio son adsorbidos y localmente ejercen efectos sedantes y antiseoretos.; en el hígado pueden facilitar la salida de la bilis al intestino; sobre la sangre son alcalinizantes; sobre el sistema neurovegetativo se comportan como ligeramente depresoras (Armijo, 1994)

Fuente Cunugyacu: Se encuentra localizada en la carretera Guaranda – Ambato, vía Flores, a una altura de 2794 msnm con una temperatura de la fuente de 45 °C y una temperatura media ambiental de 14 °C por lo que se le considera una

fuelle mesothermal de baja entalpia, tiene una alta conductividad y dureza, así como un alto contenido de sólidos disueltos totales, de los resultados físico químicos resulta ser alcalina y se la caracteriza como Sulfatada Cálcica Clorurada.

Aplicaciones: En la actualidad la fuente es usada para balnearios, los mismos que se podrían mejorar aumentando el tamaño de sus piscinas, también se puede aprovechar ésta energía para calefacción de viviendas, o cabañas que permitan elevar el turismo de la zona, también para piscicultura, secado de alimentos y maderas, en general todas las aplicaciones industriales donde se precise agua caliente.

Entre las propiedades curativas tenemos que pueden utilizarse como diuréticas por su bajo contenido de sodio. También poseen efectos neurovegetativos y pueden utilizarse en diferentes cuadros alérgicos, son también colagogas. La vía de administración puede ser oral o en forma de baños (tópica). (Armijo, 1994).

Fuente Pantus: Se encuentra localizada en la comunidad de Pantus, vía Licto, a una altura de 2621 msnm con una temperatura de la fuente de 20.3 °C y una temperatura media ambiental de 14°C por lo que se le considera una fuente hipothermal de muy baja entalpia, de los resultados físico químicos resulta ser poco ácida y se la caracteriza como Bicarbonatada Sódica.

Aplicaciones: Estas aguas se pueden usar balnearios o piscicultura debido a su temperatura y sus características físico químicas.

La acción terapéutica es que se comportan como antiácidas, actuando como neutralizantes de la acidez gástrica y por su poder buffer también favorecen la acción de los fermentos pancreáticos y el poder saponificante de la bilis. Poseen además acción colecistocinética. Son favorables para el tratamiento de los trastornos hepatopancreáticos (Armijo,1994).

Fuente Guayllabamba:Se encuentra localizada en el cantón Chambo a una altura de 2622 msnm con una temperatura de la fuente de 37.8 °C y una temperatura media ambiental de 14 °C por lo que se le considera una fuente mesotermal de baja entalpia, de los resultados físico químicos resulta ser poco ácida y se la caracteriza como Bicarbonatada Sódica.

Aplicaciones: Estas aguas se usan actualmente para balnearios, se puede aplicar también en la calefacción de viviendas o residencias turísticas, consumo de agua caliente como uso doméstico, calefacción de aguas en criadero de peces, o calefacción de invernaderos.

La acción terapéutica es que se comportan como antiácidas, actuando como neutralizantes de la acidez gástrica y por su poder buffer también favorecen la acción de los fermentos pancreáticos y el poder saponificante de la bilis. Poseen además acción colecistocinética. Son favorables para el tratamiento de los trastornos hepatopancreáticos (Armijo,1994).

Fuente Los Elenes: Se encuentra localizada en el cantón Guano a una altura de 2602 msnm con una temperatura de la fuente de 21.1 °C y una temperatura media ambiental de 17 °C por lo que se le considera una fuente hipotermal de muy baja entalpia, de los resultados fisico quimicos resulta ser poco ácida y se la caracteriza como Bicarbonata Cálcica Magnésica.

Aplicaciones: En la actualidad se usa para balnearios, se puede utilizar en la crianza de peces, o calefacción de residencias.

Por su composición química, administradas por vía oral se comportan como antiácidas en el estómago, aunque con un menor poder neutralizante de la acción gástrica.

En el intestino los iones calcio y magnesio son adsorbidos y localmente ejercen efectos sedantes y antiseoretos.; en el hígado pueden facilitar la salida de la bilis al intestino; sobre la sangre son alcalinizantes; sobre el sistema neurovegetativo se comportan como ligeramente depresoras (Armijo, 1994)

Fuente Palictahua: Se encuentra localizada en Puela, en el cantón Penipe a una altura de 2843msnm con una temperatura de la fuente de 36.1 °C y una temperatura media ambiental de 15°C por lo que se le considera una fuente mesotermal de baja entalpia, tiene una alta turbiedad, su conductividad es alta en relacion a las demas excepto la fuente de cunuyacio que tiene mayor conductividad, tambien tiene un alto grado de dureza y alcalinidad, así como un

alto contenido de sólidos totales disueltos, de los resultados físico químicos resulta ser poco ácida y se la caracteriza como Sulfatada Cálcica.

Aplicaciones: Antes de la erupción del volcán Tungurahua en el año 2006, se usaba como balneario, el desastre natural destruyó la vía de acceso así como el balneario, en la actualidad solo existe un pozo de captación del agua termal. Se podría mencionar varias aplicaciones del agua termal, pero debido al estado activo del volcán Tungurahua resultaría un riesgo de pérdida en la inversión de cualquier proyecto.

Entre las propiedades curativas tenemos que poseen efectos neurovegetativos y pueden utilizarse en diferentes cuadros alérgicos, son también colagogas, pero no suelen ser diuréticas. La vía de administración puede ser oral o en forma de baños (tópica). (Armijo, 1994).

3.4 LOS CENTROS DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS

3.4.1 ANTECEDENTES

Los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías se aprueban el 16 de Noviembre de 1999 (Ley No. 44. RO/ Sup 319). Mediante El Congreso Nacional, considerando:

“Que de conformidad con el artículo 80 de la Constitución Política de la República, la investigación científica y tecnológica deberá llevarse a cabo en las universidades y escuelas politécnicas y otros órganos de educación superior en coordinación con los sectores productivos;

Que es deber del Estado estimular la investigación científica y tecnológica, en especial aquella que contribuya al progreso económico y social del país;

Que es necesario promover una mayor interacción entre el sector privado y la universidad para que ésta contribuya a encontrar las soluciones técnicas que necesitan los procesos productivos;

Que es conveniente dar incentivos a los profesionales ecuatorianos y en especial a los profesores e investigadores universitarios para que contribuyan al máximo de su capacidad en beneficio de la labor académica e investigativa.”

3.4.2 CONCEPTO

Los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías son unidades dedicadas a la producción de bienes y servicios, permiten la articulación de las

actividades académicas, de investigación y de extensión, en el proceso enseñanza – aprendizaje.

3.4.3 CLASIFICACIÓN

Los centros de transferencia y desarrollo de tecnologías producen Bienes y Servicios

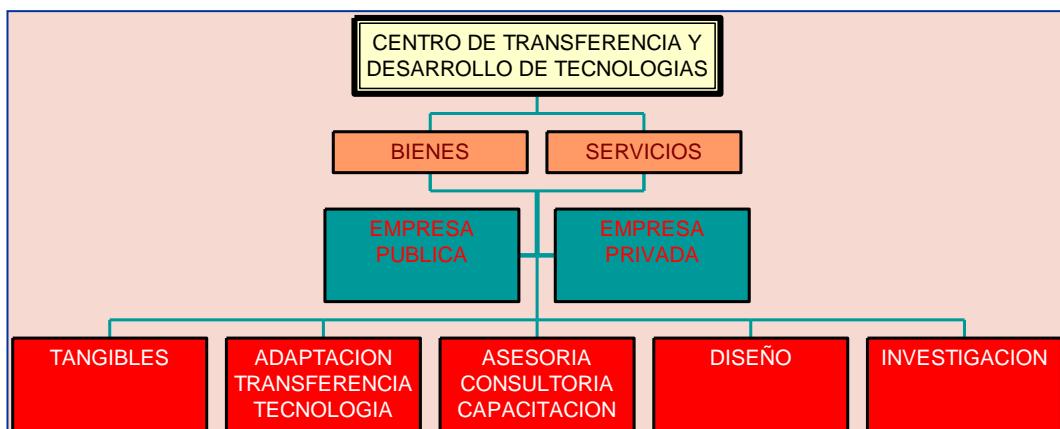


FIGURA3-1:Clasificación de los CTT

FUENTE: Comisión de Proyectos y Transferencia de Tecnología de la ESPOCH

3.4.4 FUNCIÓN

Según el artículo 2 de la Ley de Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías dice:

Los Centros de Transferencia y Desarrollo Tecnológico tendrán como fines:

- a) Promover la investigación científica y tecnológica;
- b) Propiciar la creación o el mejoramiento de laboratorios, gabinetes u otros medios idóneos para la investigación en los centros de educación superior;

c) Establecer y mantener la cooperación de los establecimientos de educación superior con las empresas privadas y públicas nacionales en el desarrollo de tecnologías;

d) Colaborar con organismos, instituciones o empresas públicas y privadas extranjeras para la transferencia y adaptación de tecnologías a las necesidades del país;

e) Buscar soluciones por parte de los establecimientos de educación superior a los requerimientos técnicos y tecnológicos que planteen los sectores productivos y sociales del país;

f) Diseñar proyectos de desarrollo, participar en su ejecución y evaluarlos;

g) Organizar programas de promoción y difusión de estrategias y de resultados;
y,

h) Desarrollar cursos de capacitación, asesorías y consultorías.

3.5 CENTROS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN LA ESPOCH

Actualmente en la ESPOCH existen 12 Centros de Transferencia Tecnológica que son:

- Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental, CESTTA, Director Dr. Roberto Erazo, Facultad de Ciencias
- Centro de Transferencia de la Competitividad, CTDCOMP, Director Dr. Luís Guevara, Facultad de Ciencias.

- Centro Integral de Tecnología en Farmacéutica, Director Dr. Francisco Portero, Facultad de Ciencias
- CTT – Plantas Medicinales, Director Dr. Portero, Facultad de Ciencias.
- Centro de Producción Orgánica, CEPOTEL; Director Ing. Jorge Vallejo, Facultad de Recursos Naturales
- Centro de Desarrollo Sustentable del Ecuador, CEDES, Director Ing. Fernando Rivas, Facultad de Recursos Naturales.
- Centro Politécnico de Investigación y Asesoría Politécnica, CEPICA, Director Dr. Alfonso Mora, Facultad de Recursos Naturales.
- CTT – Bioforestal, Directora Ing. Jenny Núñez, Facultad de Recursos Naturales.
- CTT – Servicios Informáticos, Director Ing. Byron Vaca, Facultad de Informática y electrónica.
- SETIN, Servicio Tecnológico Integrado, Director Ing. Fernando Proaño, Facultad de Informática y electrónica.
- Consultoría Empresarial y Desarrollo, CEMAYDE, Directoras Ing. Norma Burbano e Ing. Eulalia Ochoa, Facultad de Administración de Empresas.
- CTT- Estadística y Matemática Aplicada

3.5.1 MARCO LEGAL

La base legal para la creación del Centro de Transferencia Tecnológica en Investigación y Asesoría en energía geotérmica se sustenta por el siguiente marco legal.

- CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR
- LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
- LEY DE CENTROS DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.
- ESTATUTO ESPOCH
- REGLAMENTO DE CTT ESPOCH

3.5.2 LOS CTT EN LA UNIVERSIDAD ECUATORIANA

LEY DE CENTROS DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

Ley No. 44. RO/ Sup 319 de 16 de Noviembre de 1999.

EL CONGRESO NACIONAL

Considerando:

Que de conformidad con el artículo 80 de la Constitución Política de la República, la investigación científica y tecnológica deberá llevarse a cabo en las universidades y escuelas politécnicas y otros órganos de educación superior en coordinación con los sectores productivos;

Que es deber del Estado estimular la investigación científica y tecnológica, en especial aquella que contribuya al progreso económico y social del país;

Que es necesario promover una mayor interacción entre el sector privado y la universidad para que ésta contribuya a encontrar las soluciones técnicas que necesitan los procesos productivos;

Que es conveniente dar incentivos a los profesionales ecuatorianos y en especial a los profesores e investigadores universitarios para que contribuyan al máximo de su capacidad en beneficio de la labor académica e investigativa; y,

En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, expide la siguiente

LEY DE LOS CENTROS DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS

Art.1.- Los consejos universitarios o los organismos equivalentes de cualquier denominación de las universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores y tecnológicos reconocidos legalmente podrán crear, mediante resolución, Centros de Transferencia y Desarrollo Tecnológico (CTT) adscritos a dichos establecimientos, los mismos que tendrán autonomía administrativa, económica y financiera en los términos que establezca la presente Ley, sin perjuicio de los institutos y otras dependencias que hayan creado o creen los centros de educación superior, en virtud de su autonomía, para realizar o promover la investigación.

Dicha resolución se comunicará al Servicio de Rentas Internas, al Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas, a la Contraloría General del Estado y a los organismos de desarrollo del país, para los efectos de esta Ley.

Art.2.- Los Centros de Transferencia y Desarrollo Tecnológico tendrán como fines:

- a)** Promover la investigación científica y tecnológica;
- b)** Propiciar la creación o el mejoramiento de laboratorios, gabinetes u otros medios idóneos para la investigación en los centros de educación superior;
- c)** Establecer y mantener la cooperación de los establecimientos de educación superior con las empresas privadas y públicas nacionales en el desarrollo de tecnologías;
- d)** Colaborar con organismos, instituciones o empresas públicas y privadas extranjeras para la transferencia y adaptación de tecnologías a las necesidades del país;
- e)** Buscar soluciones por parte de los establecimientos de educación superior a los requerimientos técnicos y tecnológicos que planteen los sectores productivos y sociales del país;
- f)** Diseñar proyectos de desarrollo, participar en su ejecución y evaluarlos;
- g)** Organizar programas de promoción y difusión de estrategias y de resultados; y,
- h)** Desarrollar cursos de capacitación, asesorías y consultorías.

Art.3.- Para el cumplimiento de sus fines, los centros podrán:

- a)** Contratar con el mismo establecimiento de educación superior al que pertenecen, o con otros establecimientos de educación superior o de investigación, el uso de equipos, laboratorios, granjas experimentales o

facilidades similares o cualquier bien mueble o inmueble que siendo de propiedad del establecimiento de educación superior, o estando en usufructo de éste, puedan servir para el fomento y desarrollo de investigaciones científicas o tecnológicas. El pago por el uso de los equipos y más bienes objeto del contrato no podrá ser menor a los costos de mantenimiento y reposición de los bienes contratados;

b) Suscribir contratos con centros de investigación o laboratorios públicos o privados, con empresas públicas o privadas, con organismos o entidades del sector público, sean del Ecuador o del extranjero, siempre que dichos contratos estén relacionados con los fines y objetivos de los centros;

c) Administrar los recursos económicos que se deriven de la investigación científica y tecnológica, incluyendo los provenientes de derechos intelectuales. Los centros de educación superior a los que estén adscritos los Centros de Transferencia y Desarrollo Tecnológico participarán de los beneficios económicos que se deriven de la investigación en un porcentaje no menor al quince por ciento (15%) del valor de los contratos, cantidad que será invertida exclusivamente en investigaciones científicas y tecnológicas; y,

d) Contratar con personas naturales, especialmente profesores o catedráticos y estudiantes, la prestación de servicios profesionales que sean necesarios tanto para la marcha administrativa del centro como para el desarrollo de los procesos de investigación o la realización de un proyecto de investigación y la transferencia de tecnologías. En todo caso, los profesores

universitarios o cualquier otra persona contratada por los centros tendrán derecho a tener beneficios económicos personales independientemente de la relación laboral que mantengan con cualquier establecimiento educativo, sometiéndose, en todo caso, a las disposiciones institucionales.

Art.4.- El Centro, para iniciar su funcionamiento recibirá una sola y exclusiva aportación de la institución educativa superior que lo haya creado, a la que se sumará el aporte que hayan conseguido sus promotores, constituyéndose así el capital fundacional. Los Centros de Transferencia y Desarrollo Tecnológico se regirán por el principio de autofinanciamiento, y por lo tanto no podrán participar de rentas provenientes del Presupuesto General del Estado.

Art.5.- Los Centros de Transferencia y Desarrollo Tecnológico podrán ser beneficiarios de la disposición constitucional constante en el artículo 72 y sus transacciones financieras estarán sujetas al mismo tratamiento tributario establecido para los centros de educación superior por la Ley de Régimen Tributario Interno.

El representante legal o máximo personero del centro será solidariamente responsable con el representante legal de la empresa que se acoja a los beneficios aquí establecidos, en caso de comprobarse su utilización fraudulenta.

Art.6.- Cuando un bien mueble susceptible de ser depreciado, sea adquirido por una empresa para ser utilizado en un Centro de Transferencia y

Desarrollo Tecnológico para un proyecto de investigación, la empresa lo podrá depreciar en tres (3) años.

El Servicio de Rentas Internas aceptará como únicos justificativos para que la empresa pueda acogerse a este beneficio:

a) Una declaración notariada del representante o máximo personero del Centro certificando la utilización de dicho bien para efectos de investigación científica y tecnológica; y,

b) Una copia del contrato celebrado entre el Centro y la empresa en el cual se estipule la utilización del respectivo bien sujeto a la depreciación acelerada.

El representante legal o máximo personero del Centro será solidariamente responsable con el representante legal de la empresa que se acoja al beneficio aquí establecido en caso de comprobarse su utilización fraudulenta.

Art.7.- Los centros estarán obligados a mantener estados financieros actualizados, de acuerdo a los principios contables generalmente aceptados. Los proyectos de investigación o desarrollo tecnológicos deberán tener su propia contabilidad, indicando todos los ingresos y egresos que dichos proyectos generen.

Art.8.- Los centros deberán presentar anualmente a los consejos universitarios, o a los órganos equivalentes del respectivo establecimiento de educación superior, a la Contraloría General del Estado y al Servicio de

Rentas Internas, un estado auditado de todas las operaciones realizadas durante el año fiscal.

Dichas auditorias deberán ser ejecutadas por cualquiera de las empresas auditoras autorizadas en el Ecuador para la realización de auditorías externas a las entidades financieras.

Art.9.- La Contraloría General del Estado podrá practicar auditorias y exámenes especiales con respecto al manejo de los fondos públicos que hayan sido asignados a un proyecto determinado y de las aportaciones que se hagan de conformidad con el artículo 5 de esta Ley.

El consejo universitario o su equivalente podrá solicitar cuando lo considere conveniente a la Contraloría General del Estado o a otros organismos que realicen auditorias financieras, técnicas o exámenes especiales de los Centros de Transferencia y Desarrollo Tecnológico.

Art.10.- Los Centros elaborarán anualmente sus presupuestos de conformidad con lo que disponga el respectivo reglamento.

Art.11.- La presente Ley entrará en vigencia a partir de su publicación en el Registro Oficial.

3.5.3 REGLAMENTO DE LOS CTT EN LA ESPOCH

El Consejo Politécnico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo;

CONSIDERANDO:

Que, la ESPOCH es una persona jurídica de derecho público, con autonomía e independencia económica, política y administrativa, establecida por el mandato del Artículo 75 de la Constitución Política del Estado y el Artículo 4 de la Ley Orgánica de Educación Superior;

Que, los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías son unidades dedicadas a la producción de bienes y servicios, permiten la articulación de las actividades académicas, de investigación y de extensión, en el proceso enseñanza - aprendizaje; están constituidos por profesores, estudiantes, empleados y trabajadores de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y pueden formar parte de los mismos personas naturales y/o jurídicas que no pertenecen a la institución; se encuentran adscritos a la ESPOCH; gozan de autonomía administrativa, económica y financiera; su creación y funcionamiento se rigen por la Ley No. 99-44 de Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías publicada en el Registro Oficial, Suplemento No. 319 del 16 de noviembre de 1999, por el presente reglamento y los reglamentos especiales de cada Centro, así como por los convenios suscritos entre la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y estos organismos;

Que, es necesario dictar la normativa interna de los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías en la ESPOCH, para su cabal funcionamiento; y,

En ejercicio de las atribuciones legales y reglamentos, resuelve expedir el presente:

**REGLAMENTO DE LOS CENTROS DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO
DE TECNOLOGÍAS (CTT) DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO (ESPOCH).**

CAPITULO I

DE LOS FINES.

Art.1.- Los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías, de acuerdo a las actividades científicas tecnológicas y de los bienes y servicios a producir, y según su naturaleza, cumplirán los siguientes fines:

Promover la investigación científica y tecnológica;

Propiciar la creación o el mejoramiento de laboratorios, gabinetes u otros medios idóneos para la investigación en los centros de educación superior;

Establecer y mantener la cooperación de los establecimientos de educación superior con las empresas privadas y públicas nacionales en el desarrollo de tecnologías;

Colaborar con organismos, instituciones o empresas públicas y privadas extranjeras para la transferencia y adaptación de tecnologías a las necesidades del país;

Buscar soluciones por parte de los establecimientos de educación superior a los requerimientos técnicos y tecnológicos que planteen los sectores productivos y sociales del país;

Diseñar proyectos de desarrollo, participar en su ejecución y evaluarlos;

Organizar programas de promoción y difusión de estrategias y de resultados;

Desarrollar cursos de capacitación, asesorías y consultorías; y,

Los demás que ayuden al cumplimiento de sus fines.

CAPÍTULO II.

DE LA ESTRUCTURA DEL COMITÉ DIRECTIVO INSTITUCIONAL

Art.2.- Los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías estarán dirigidos por el Comité Directivo Institucional integrado por:

El Rector quien lo presidirá, o quien lo subrogue;

El Vicerrector de Investigación y Desarrollo;

El Vicedecano más antiguo en funciones;

Un delegado de los Centros de Transferencia de Tecnologías, elegido de entre ellos. Durará dos años, pudiendo ser reelegido; y,

El Director de la Comisión de Proyectos y Transferencia de Tecnología de la ESPOCH que será el Secretario y actuará en las sesiones con derecho a voz.

Art.3.- Las funciones y atribuciones del Comité Directivo Institucional son:

Sesionar de forma ordinaria cada mes y extraordinaria cuando el caso lo requiera;

Emitir al Consejo Politécnico de la ESPOCH, informes sobre la creación y funcionamiento de los Centros;

Conocer los reglamentos de los Centros e informar al Consejo Politécnico para su aprobación;

Controlar el funcionamiento de los centros y sus proyectos;

Solicitar al Consejo Politécnico la disolución de los Centros o la terminación de los proyectos cuando no se cumplan los objetivos de su creación;

Autorizar la participación de personas naturales o jurídicas que no pertenecen a la ESPOCH, en los centros;

Determinar el organismo que se encargará de la aplicación de las auditorias de los centros;

Ordenar las auditorias;

Recibir, analizar, observar y aprobar los informes trimestrales referentes al funcionamiento de los centros;

Informar al Consejo Politécnico sobre el funcionamiento de los Centros, anualmente o cuando éste organismo lo requiera; y,

Controlar la aplicación de la Ley, el presente reglamento y los demás instrumentos legales aplicables a los centros de transferencia y desarrollo de tecnologías.

Art.4.- El secretario del Comité Directivo Institucional de los Centros tendrá las siguientes funciones:

Cumplir con las disposiciones emanadas del Comité Directivo Institucional;

Controlar el cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente reglamento y otros aplicables e informar al Comité Directivo Institucional;

Establecer un plan de monitoreo, seguimiento y evaluación de los centros;

Receptar trimestralmente los informes de funcionamiento de cada centro y ponerlos en conocimiento del Comité Directivo Institucional;

Facilitar los modelos de contratación de personal, de servicios, de compra venta y demás necesarios para el funcionamiento de los centros;

Proporcionar el modelo de control financiero - contable de cada uno de los centros establecidos por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo;

Evaluar los estados financieros e informar al Comité Directivo Institucional; y,

Las demás que le fueren encargadas por el Comité Directivo Institucional.

Para el cumplimiento de sus funciones el Secretario trabajará en coordinación con el Vicerrectorado de Investigación y Desarrollo, la Comisión de Proyectos y Transferencia de Tecnología, el Consejo de Investigación y Desarrollo, dependencias y organismos que permitirán articular el trabajo entre las unidades académicas y administrativas de la ESPOCH, de conformidad con el Estatuto Politécnico y el orgánico funcional vigente.

CAPITULO III.

DE LOS CENTROS DE TRANSFERENCIAS DE TECNOLOGÍAS.

Art.5.- Cada centro contará con su directorio, mismo que estará integrado por tres miembros, elegidos entre sus promotores, de entre ellos se elegirá a su Director Ejecutivo.

Art.6. - Son funciones y atribuciones del Directorio:

Designar o remover al Director Ejecutivo del Centro, conocer y evaluar su desempeño;

Fijar políticas y estrategias que posibiliten el funcionamiento del centro, velar su cumplimiento;

Realizar el monitoreo, el seguimiento y la evaluación del centro, implementar las acciones correctivas que se estimen necesarias para continuar con el funcionamiento adecuado del centro, orientado al cumplimiento de sus fines;

Conocer y aprobar las normas reglamentarias de funcionamiento administrativo, económico, financiero del centro;

Aprobar el plan operativo y la pro forma presupuestaria anual del Centro;

Promover la participación del Centro, con otras instituciones públicas y privadas, que tengan relación estrecha con sus fines, en las cuales se podrán invertir exclusivamente los ingresos generados por autogestión del centro,

siempre que no afecte al patrimonio que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo haya entregado al centro.

Autorizar al Director Ejecutivo del Centro la realización de gastos, inversiones, suscripción de contratos de compra y venta de bienes y servicios, por montos no superiores a lo establecido por la reglamentación interna de cada Centro;

Recibir y custodiar, si es del caso y previo inventario, las donaciones, comodatos y herencias que se hicieren al Centro;

Aceptar nuevos promotores del Centro, aceptar excusas de sus promotores o decidir su exclusión, de acuerdo con la normatividad interna; y,

Cumplir con los reglamentos, resoluciones y demás normas vigentes en la ESPOCH.

Art.7.- Los Directores ejecutivos de los Centros nominarán de entre ellos a su delegado ante el Comité Directivo Institucional, al Consejo de Investigación y Desarrollo y a la Comisión de Proyectos y Transferencia de Tecnología, durará dos años en sus funciones.

Art.8.- El Director Ejecutivo del Centro es la máxima autoridad y Representante Legal del centro, es de libre nombramiento y remoción por parte del Directorio.

Art.9.- Son funciones y atribuciones del Director Ejecutivo:

Planificar, dirigir, ejecutar y controlar las políticas, estrategias y directrices del Centro, precautelando sus intereses;

Preparar el plan operativo anual y presentarlo al Directorio para su aprobación;

Preparar la pro forma presupuestaria anual y proyectos de reformas para la aprobación por el Directorio;

Disponer por escrito cualquier medida administrativa u operativa, que no se ajuste a la normatividad vigente o que sea perjudicial a los intereses del Centro o de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo;

Velar por la correcta operatividad del Centro y precautelar las recaudaciones e inversión de sus rentas;

Administrar los recursos financieros del centro;

Contratar y posesionar en sus cargos al personal técnico y administrativo que requiera el centro, dando prioridad a profesores, empleados, trabajadores y estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo;

Autorizar gastos, inversiones y suscripción de contratos y venta de bienes de acuerdo a la reglamentación interna de cada Centro;

Evaluar los resultados obtenidos por el Centro, tomar las medidas y reajustes en caso de ser necesarios para el normal funcionamiento del centro;

Presentar dentro de los primeros quince días de cada mes el avance de la ejecución presupuestaria y entregar el aporte correspondiente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo;

Promover convenios y acuerdos de cooperación técnica y científica con instituciones nacionales, extranjeras o internacionales, relacionados con los fines del Centro;

Ejercer las demás atribuciones y cumplir las obligaciones que señalen las leyes, este reglamento y la normatividad interna del Centro;

Informar al Consejo Directivo Institucional de los Centros, respecto de las actividades desarrolladas, en el que se debe incluir los estados financieros y los resultados alcanzados; y, Cumplir y hacer cumplir las leyes, reglamentos y demás normatividad vigente;

CAPÍTULO IV

DE LOS PROMOTORES

Art.10.- Podrán ser promotores de un Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías, personas naturales o jurídicas quienes hayan promovido su creación y aquellas que expresen su voluntad y sean aceptados por el Directorio del Centro como tales.

Art.11.- Los Promotores del Centro, mediante votación y por mayoría simple, elegirán a los 3 miembros de su Directorio.

Art.12.- Los deberes y derechos de los promotores de cada Centro, se establecerán en su normativa interna.

CAPÍTULO V

DEL PATRIMONIO

Art.13.- El Patrimonio de los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías está constituido por:

El aporte de capital por parte de sus promotores;

Los bienes de distinta naturaleza que el Centro adquiriera en el futuro a cualquier título;

Los ingresos provenientes de los trabajos realizados por el Centro, obtenidos en el ejercicio de su gestión;

Los recursos provenientes de herencias, legados y donaciones a su favor;

Los ingresos provenientes de Patentes, Marcas Registradas y Propiedad Intelectual y Asignaciones para investigación; y,

Los demás que le correspondan legalmente.

CAPÍTULO VI

DE LA CREACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Art.14.- Para la creación de los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías, se deberán presentar los proyectos respectivos, en los formatos que la Comisión de Proyectos y Transferencia de Tecnología ha elaborado y en los cuales se demuestre la factibilidad técnica, financiera, económica, social, institucional y de ser necesario ambiental, que justifique su implementación.

Art.15.- Los CTT deberán contar con el aval de las facultades, el Consejo de Investigación y Desarrollo y el Consejo Directivo institucional de los Centros, serán aprobados finalmente por el Consejo Politécnico, previo conocimiento y aprobación de los respectivos proyectos.

Art.16.- Los recursos financieros que provengan de proyectos generados por el Centro, deberán ser transferidos a una cuenta especial a nombre del Centro, que será manejada bajo responsabilidad del Director Ejecutivo.

Art.17.- Las erogaciones que realice el Centro, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en su presupuesto y los respectivos proyectos.

Art.18.- El superávit resultante al final de cada período económico, se incorporará en el presupuesto del Centro para el siguiente año.

Art.19.- De acuerdo con las facultades de autonomía administrativa, económica y financiera dispuestas por la Ley de Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías, el uso de los fondos de autogestión del Centro, no provenientes del Estado, se sujetarán exclusivamente a las disposiciones de la Ley de Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías, a su normatividad interna y las decisiones tomadas por el Directorio de acuerdo con la Ley.

CAPÍTULO VII

DISPOSICIONES GENERALES

PRIMERA.- Los beneficios económicos a que se refiere el literal c) del Art. 3 de la Ley, serán distribuidos para fines de investigación científico tecnológico de la

siguiente manera: 50 % destinado al presupuesto de autogestión de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y 50% destinado a las Unidades Académicas que intervengan en la gestión del Centro, conforme a su participación, que será establecida por el Directorio del Centro.

SEGUNDA.- Todo Centro dentro de los primeros quince días de cada mes entregará a la ESPOCH, los aportes que le corresponden por arrendamiento de bienes muebles e inmuebles.

TERCERA.- El Centro está facultado para contratar con personas naturales, especialmente profesores o trabajadores y estudiantes, la prestación de servicios que sean necesarios tanto para la marcha administrativa del Centro, como para su desarrollo.

CUARTA.- Los profesores politécnicos, trabajadores y estudiantes contratados por los Centros, tendrán derecho a percibir beneficios económicos, independientemente de los que reciban como producto de la relación laboral que mantengan con la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, sometiéndose en todo caso a las disposiciones institucionales.

QUINTA.- Los Centros deben presentar anualmente al Consejo Politécnico, a través del Comité Directivo Institucional, al Consejo Politécnico, a la Contraloría General del Estado, cuando corresponda y al Servicio de Rentas Internas, un estado auditado de todas las operaciones realizadas durante el año fiscal.

Dichas auditorias deberán ser ejercitadas por cualquiera de las empresas auditoras autorizadas en el Ecuador.

SEXTA.- El Consejo Politécnico podrá solicitar cuando lo considere conveniente a la Contraloría General del Estado o a otros organismos que realicen auditorías financieras, técnicas o exámenes especiales de los Centros de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías.

En caso de extinción de los Centros de Transferencia de Tecnología, los bienes con sus mejoras, pasarán a favor de la ESPOCH.

CAPÍTULO VIII

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

PRIMERA.- Cada Centro creado legalmente por el Consejo Politécnico mediante la aplicación de este Reglamento tendrá un plazo de 45 días para que su Directorio expida la reglamentación pertinente que regule y norme su, estructura, organización y gestión en los campos académico, técnico, administrativo, financiero, de auditoría y fiscalización.

El presente reglamento fue aprobado por el Consejo Politécnico en sesión extraordinaria realizada el día martes 15 de junio del 2004, mediante Resolución No.210.CP.2004.

3.5.4 PROCESO PARA LA APROBACIÓN DE UN CTT EN LA ESPOCH

En el **Art.15.-** del reglamento de CTTs de la ESPOCH se estipula que “Los CTT deberán contar con el aval de las facultades, el Consejo de Investigación y Desarrollo y el Consejo Directivo institucional de los Centros, serán aprobados

finalmente por el Consejo Politécnico, previo conocimiento y aprobación de los respectivos proyectos”

3.6 MARCO METODOLÓGICO

3.6.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos e información requerida se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos.

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Encuesta	Entrevistas
Observación	Guía de observación

3.6.2 ENCUESTA

La técnica de la encuesta fue aplicada a través de un cuestionario a estudiantes de la Facultad de Ciencias los cuales se podrían beneficiar, con asesoría en tesis de grado, proyectos, consultas.

3.6.2.1 Objetivos de la encuesta dirigida a estudiantes de la facultad de ciencias.

1. Determinar el grado de conocimiento de los estudiantes en temas sobre energías alternativas en específico sobre la utilización de energía geotérmica como un recurso alternativo y renovable.
2. Determinar las necesidades en el área de investigación y asesoramiento sobre energía geotérmica.

3. Saber el grado de responsabilidad con el uso de recursos naturales por parte de los estudiantes, futuros interventores el desarrollo del país.
4. Conocer si tiene conocimiento de la existencia algún centro o persona que brinde asesoría en áreas relacionadas con fuentes geotermiales.

3.6.2.2 Determinación de población y muestra

La **población** que se utilizó en la siguiente:

Tabla XX NÚMERO DE ESTUDIANTE DE LA FACULTAD

ESCUELA	Nº ESTUDIANTES
FÍSICA Y MATEMÁTICA	140
INGENIERÍA QUÍMICA	470
CIENCIAS QUÍMICAS	505
BIOQUÍMICA Y FARMACIA	651
TOTAL	1966

Fuente: Secretaría Académica de la ESPOCH

3.6.2.2.1 Calculo de la muestra

FORMULA
$$n = \frac{Npq}{(N-1)\left(\frac{e}{z}\right)^2 + pq}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población

p = 0.5 probabilidad de éxito

q = 0.5 probabilidad de fracaso

z = certeza

e = error estándar

APLICACIÓN

En el caso de los **estudiantes y la Facultad de Ciencias** de la ESPOCH.

$$n = \frac{1966(0.5*0.5)}{(1966-1)\left(\frac{0.05}{0.95}\right)^2 + 0.5*0.5}$$

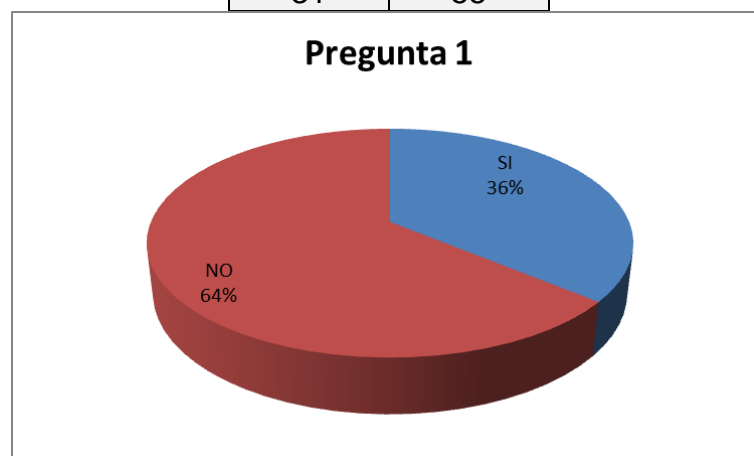
$n = 86$

3.6.2.3 Resultado de las encuestas

PREGUNTAS

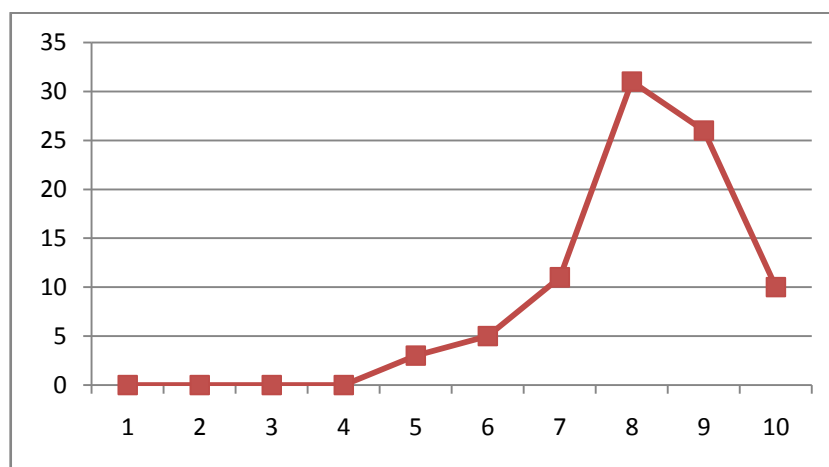
1. Tiene conocimiento acerca de la Energía Geotérmica

SI	NO
31	55

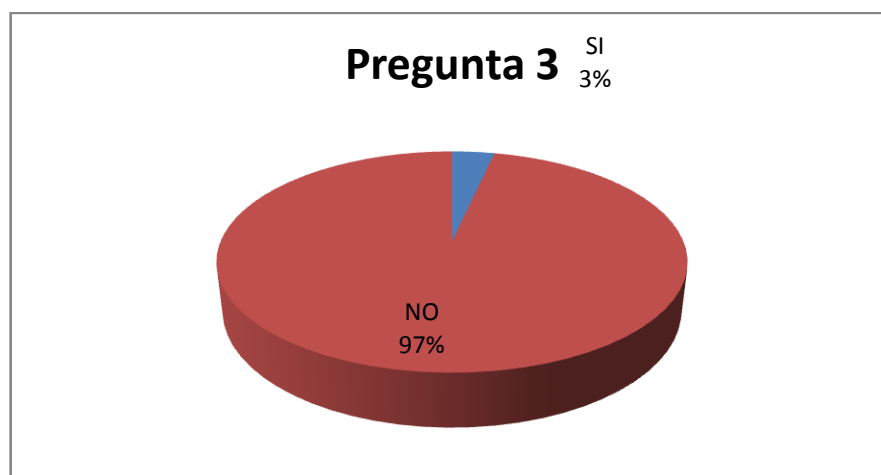


El 64% de los encuestados, no tienen conocimiento o nunca ha escuchado sobre lo que es la Energía Geotérmica.

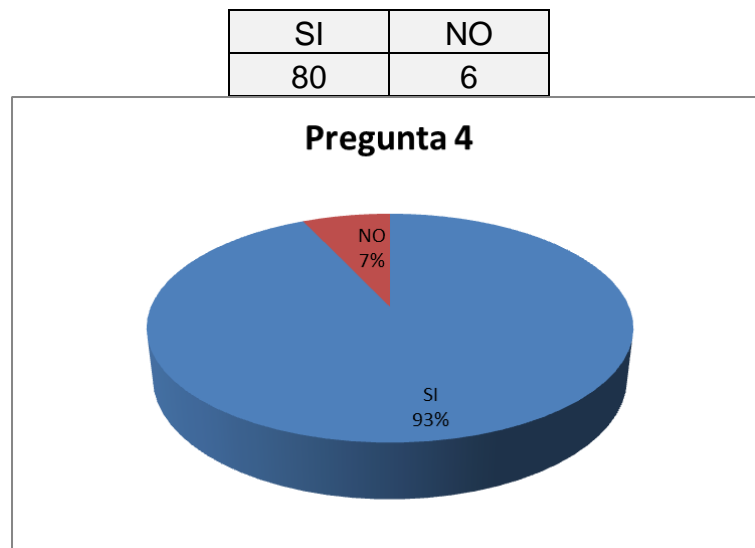
2. Indique el grado de importancia del uno al diez que crea Ud. acerca de asesorías en el área de las energías Alternativas en específico de la Energía Geotérmica y le gustaría recibir asesoramiento en este tema.



Para los encuestados es de gran importancia, asesorías en el área de las energías Alternativas, dando una moda de 8 dentro del rango solicitado. Y un 97% que estaría dispuesta a buscar asesoría en el tema.



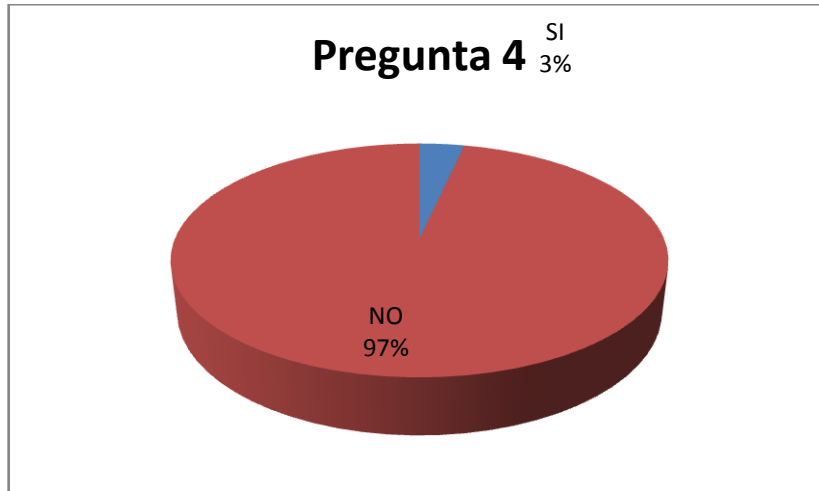
3. El uso y abuso de los recursos naturales no renovables como fuente de energía causa un gran impacto ambiental, destruyendo la naturaleza. ¿Cree Ud. que es necesario emprender proyectos donde se use los recursos naturales renovables para la producción de energía como el calor de la tierra?



El 93% cree que es necesario emprender proyectos donde se use los recursos naturales renovables

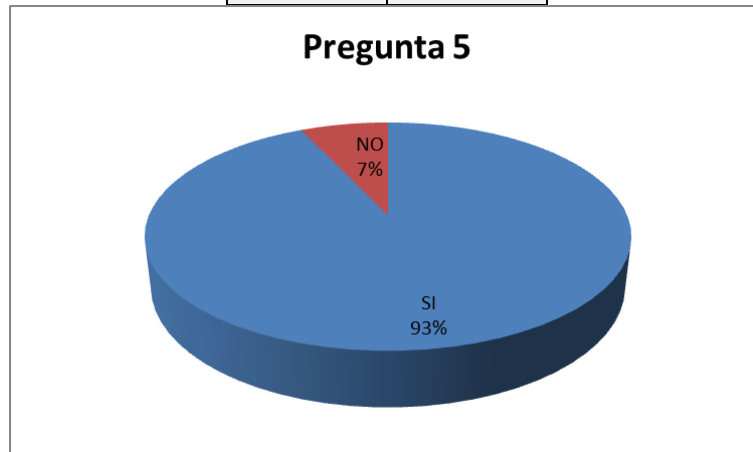
5. Tiene Ud. conocimiento de la existencia de algún centro o persona que brinde asesoría en el área de la Energía Geotérmica.

SI	NO
15	71



5. Considera Ud. que la ESPOCH debería contar con un Centro de Investigación dedicado al estudio de la Energía Geotérmica, donde también se brinde asesoría para la elaboración de proyectos de tesis para los estudiantes de la Facultad de Ciencias .

SI	NO
80	6



El 93% afirma que la ESPOCH debería contar con un Centro de Investigación dedicado al estudio de la Energía Geotérmica

3.6.3 ENTREVISTA

La técnica de entrevista se realizó a las personas propietarias de las áreas donde se encuentran las fuentes geotérmicas de baja entalpía en la provincia de Chimborazo.

3.7 MARCO PROPOSITIVO

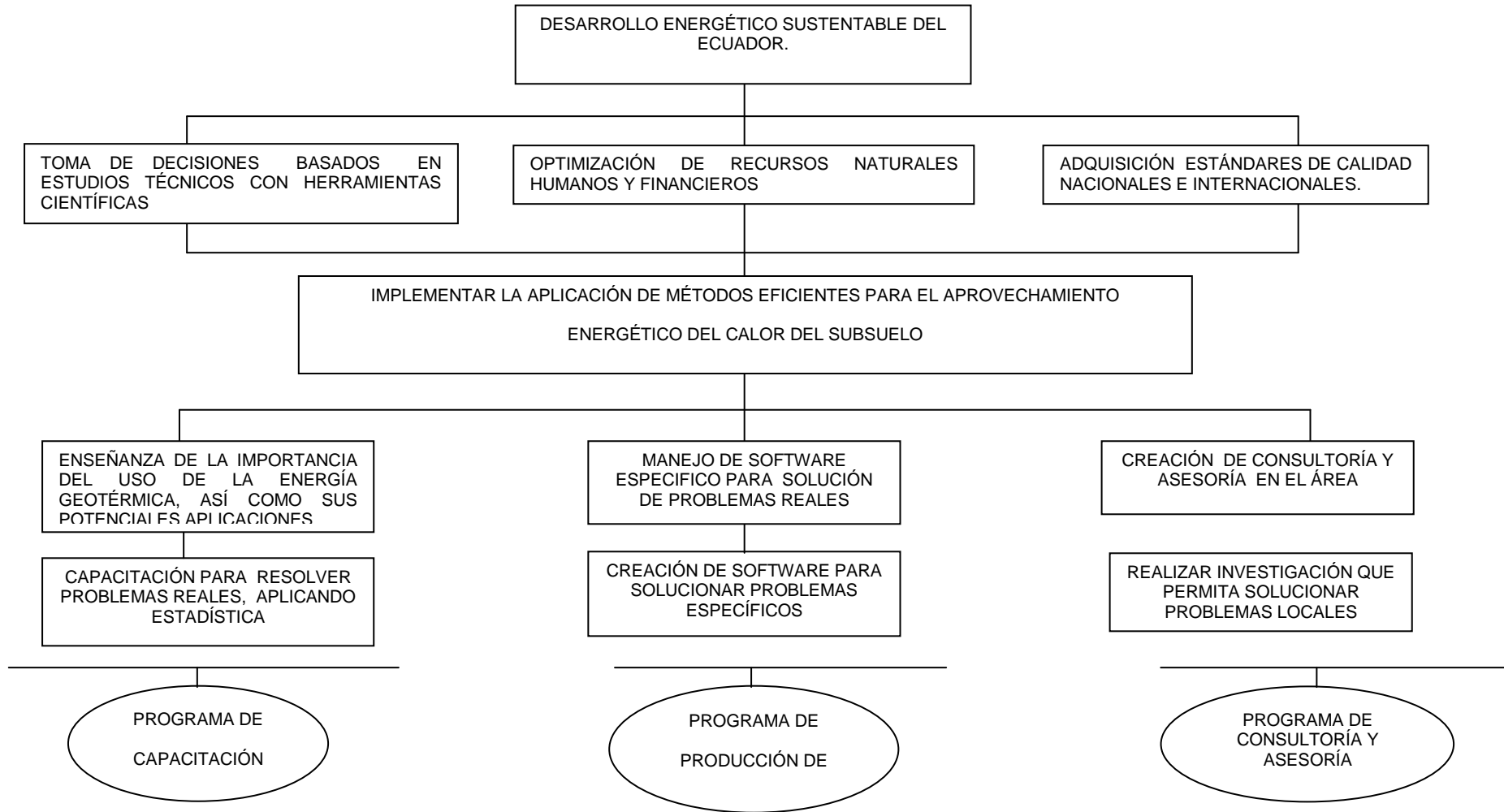
3.7.1 ANÁLISIS SITUACIONAL

3.7.1.1 Lista de problemas:

- Necesidad creciente del uso de energía a nivel mundial
- Falta de centros de investigación y de consultoría referente a temas sobre obtención de energía.
- Insuficiente número de profesionales que se dediquen a la investigación en el campo de la energía geotérmica en el país.
- Inexistencia de una base de datos de los recursos geotérmicos de la provincia de Chimborazo.
- Consultoría formal inexistente en el centro del país.
- Desconocimiento de las aplicaciones reales de la energía geotérmica.
- Falta de investigación teórica que permita la solución de problemas locales.
- Falta de un centro que agrupe a los profesionales que trabajan en el área de energía geotérmica

- Desconocimiento por parte de la población de las ventajas que puede traer la creación de un centro de transferencia tecnológica en energía geotérmica.

3.7.2 ANÁLISIS DE OBJETIVOS



ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

PROBLEMA DE DESARROLLO:

Insuficiente aplicación de métodos científicos para la recolección, análisis e interpretación de la información que permitan resolver problemas prácticos.

Tabla XXI: PROBLEMA DE DESARROLLO

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS
ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS	Tener destreza y habilidad para el manejo de datos experimentales en trabajo de campo.	Estudiantes mal preparados Estudiantes con poca visión de cómo desempeñar su carrera en un futuro	Deben cumplir con un puntaje mínimo para aprobar la materia
PASANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS	Realizar la pasantía que le permitan desenvolverse en el ámbito de energía geotérmica. Poner en práctica los conocimientos y generar experiencia y habilidad.	Estudiantes sin orientación de donde pueden realizar sus pasantías. Limitaciones que le ponen al pasante por miedo a su inexperiencia Pasante que ejerce poco o nada sus conocimientos. Pasante con insuficiente capacidad de resolver problemas reales.	Los estudiantes obligatoriamente deben realizar sus pasantías con un mínimo de 480 horas a partir de sexto semestre.
TESISTAS DE LA ESCUELA DE LA FACULTAD DE	Estar empapado con anticipación de los posibles problemas que	Demora en encontrar tema de tesis. Tesistas inexperto en	Tesis de grado requisito de graduación estipulado en el

<p>CIENCIAS</p>	<p>puede resolver a través de su trabajo de tesis.</p> <p>Aplicar correctamente conocimientos adquiridos a través de la carrera con un asesor con experiencia en el tema de tesis.</p>	<p>la solución de problemas reales sobre transferencia de calor y sistemas energéticos. Pocas investigaciones en el área teórica y aplicada</p>	<p>reglamento de la ESPOCH</p>
<p>ENTIDADES PÚBLICAS O PRIVADAS</p>	<p>Realización de proyectos de factibilidad.</p> <p>Capacitación para obtención, interpretación y análisis de datos.</p> <p>Capacitación para obtención, interpretación y análisis de datos.</p> <p>Contar con base de datos completas.</p> <p>Cumplimiento de estándares de calidad</p>	<p>Escaso conocimiento de las potenciales aplicaciones de la energía geotermia.</p> <p>Insuficiente capacitación en el área.</p> <p>Bajo control de calidad de servicios.</p> <p>Perdida de recurso económicos por presentar proyectos incompletos o mal hechos.</p>	<p>Requisitos para obtener normas de calidad.</p> <p>Normativas para acreditar el presupuesto.</p> <p>Normas internas que facilite la capacitación del personal periódicamente</p>
<p>ASESORES EXTRANJEROS ESPECIALIZADOS</p>	<p>Oportunidad de compartir sus conocimientos</p>	<p>Poca oportunidad de compartir conocimientos fuera del país</p>	<p>Pasantías</p>

3.8 PLAN ESTRATÉGICO DEL CTT

3.8.1 MISIÓN

Asesorar, capacitar y realizar investigación en el área de energía geotérmica facilitando la comprensión y eficiencia de este recurso natural, con responsabilidad a la solución de problemas, toma de decisiones e innovación tecnológica, contribuyendo así al desarrollo científico del país, contando con recursos materiales, humanos y técnicos de calidad

3.8.2 VISIÓN

Ser un Centro de Investigación, Capacitación y Asesoría de calidad y con reconocimiento nacional e internacional, optimizando el uso de la energía geotérmica, con soporte científico y tecnológico, adaptando y aplicando el conocimiento para contribuir al desarrollo industrial sustentable de la provincia y del país.

3.8.3 POLÍTICAS

- Rendición periódica de cuentas.
- Honestidad y transparencia en el manejo de datos y toda la información.
- Proceder de acuerdo a los preceptos legales de todas las instancias.
- Reconocimiento tanto nacional e internacional a través de convenios y participación dinámica en evento y congresos.

- Publicación periódica de las investigaciones y resultados obtenidos para que estén al alcance de público en general
- Capacitación permanente del talento humano.
- Actualización periódica de la tecnología.
- Investigación continua de nuevas tecnologías
- Puntualidad y eficiencia en la entrega del trabajo
- Calidad y eficacia en todas las actividades y servicios del centro
- Pertinencia científica – técnica en la solución de problemas
- Apoyo constante a la Escuela de Física y Matemática y a la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

3.8.4 ESTRATEGIAS

- Convenios con organismos internacionales de investigación y desarrollo como la Organización Latinoamericana de Energía OLADE, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL, la Asociación Internacional de Energía Geotermia UEGCIG, Institution Geothermal of America IGA, la Senescyt y otros los cuales faciliten el intercambio de información y cooperación mutua.
- Convenio con el Centro de Investigación de Energías Alternativas de las Universidades y Escuelas politécnicas del País.

- Constituirse como consultores calificados
- Pasantías Internacionales
- Participación en Congresos Internacionales de Investigación y utilización de Energía Geotérmica.
- Horas de asesoramiento adicional para los estudiantes que han abalizado sus anteproyectos y tesis de grado en el centro.
- Capacitación adicional para los Clientes que han utilizado los servicios del centro en proyectos macro.
- Certificación de la ESPOCH, todos los certificados que el centro emita por concepto de capacitación u otros servicios serán abalizados por la ESPOCH
- Material digital se entregaran los documentos de soporte para un mayor conocimiento teórico con el afán de mejorar las habilidades y destrezas de la toma de decisiones y resolución de problemas.
- Descuentos a grupos si la asesoría o capacitación es solicitada por un grupo mayor 5 se realizara un descuento del 25%.
- Se publicara periódicamente los servicios que oferta el centro con el objeto de que la comunidad en general esté informada.
- Página Web del centro donde constara la información detallada de servicios, actividades y costos del centro.

3.8.5 PROGRAMAS

- Programa de Investigación
- Programa de Capacitación y Seminarios
- Programa de Asesoría y Consultoría

3.8.6 PROYECTOS

Tabla XXII: PROYECTOS DEL CTTIEG

PROGRAMAS	PROYECTOS
Programa de Investigación e Innovación Tecnológica.	Desarrollar un plan de investigación para determinar el potencial energético geotermal en la provincia de Chimborazo. Crear proyectos de obtención de energía por medio de los recursos geotermales. Diseñar sistemas de ingeniería para el uso de la energía geotérmica.
Programa de Capacitación y Seminarios	Capacitación continua con Congresos y Seminarios en asuntos sobre energía geotermal, transferencia de calor, utilización de energía geotérmica, eficiencia energética y áreas afines como control de calidad, diseño experimental, prueba de hipótesis, métodos cuantitativos en la investigación científica.
Programa de Asesoría y Consultoría	Asesoría en anteproyectos y desarrollo de tesis de grado de los estudiantes de pregrado y posgrado de

	<p>la ESPOCH</p> <p>Asesoría en anteproyectos y desarrollo de tesis de grado de los estudiantes de pregrado y posgrado de las diferentes universidades y politécnicas.</p> <p>Consultoría en trabajos relacionados a la utilización de Energía Geotermal.</p> <p>Asesoría en proyectos o investigaciones promovidas por docentes de la ESPOCH</p> <p>Asesoría en proyectos o investigaciones promovidas por docentes de las diferentes universidades y politécnicas.</p>
--	--

3.9 ESTUDIO DE MERCADO DEL CTT

3.9.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

3.9.1.1 Segmentación del mercado

Tabla XXIII: SEGMENTACIÓN DEL MERCADO

SEGMENTO	INDICADOR	POBLACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS	ESCUELAS	1966
PROPIETARIOS DE LAS ÁREAS DONDE YACEN LAS FUENTES GEOTERMALES	COMUNIDAD	3
	PERSONA NATURAL	4
TOTAL		1973

Tenemos según la segmentación de mercado **21973potenciales consumidores.**

3.9.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA (COMPETENCIA)

3.9.2.1 Identificación de los competidores.

En la actualidad la investigación en el campo de la energía geotérmica en el país está aún en proceso de desarrollo, donde los trabajos realizados entorno al tema han sido emprendidos por: DPTO. Ciencias de la Tierra y Construcción, ESPE- Sangolquí, a cargo del Ingeniero Eduardo Aguilera

3.9.3 ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD.

Tabla XXIV: ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD

ESTRATEGIA	CANTIDAD	COSTO U	COSTO T
Inauguración del CTT-IEG con la participación de autoridades de la ESPOCH y de la provincia, empresarios, presidentes de cámaras etc.	1	100	100
Foro de socialización de las aplicaciones Estadísticas	2	200	400
Página web institucional	1	ESPOCH	
Publicación en medios de comunicación escrito	24	25	600
Trípticos	100	0,25	25
Afiches	50	0,5	25
Artículos científicos para publicación	4		
Letrero de ubicación CTT-IEG	2	80	160
TOTAL			1360

3.10 ESTUDIO TÉCNICO (ÁREA PRODUCTIVA)

3.10.1 TAMAÑO DEL CTT.

3.10.1.1 Número de clientes proyectado.

Tabla XXV: NÚMERO DE CLIENTES PROYECTADOS

Servicio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Análisis de Muestras	2	2	2	2	2
Estudios de Factibilidad	4	4	4	5	5
Análisis Estadístico de Datos	100	105	110	116	122
Asesoría a Estudiantes, Tesistas de pre y pos grado	200	210	221	232	243
Capacitación, Seminario y Foros	15	16	17	17	18
Control de Calidad, Diseño de Experimentos	3	3	3	3	4
Elaboración de Proyectos Científicos	4	4	4	5	5
Elaboración de Proyectos Tecnológicos	4	4	4	5	5
Elaboración de Manuales	3	3	3	3	4
Asesoría en Legislación Ambiental y Energética.	4	4	4	5	5
Exploración y trabajo de campo	6	6	7	7	7
Sistemas de Información Geográfica GIS	2	2	2	2	2
TOTAL	347	364	383	402	422

3.10.2 CONSUMO APARENTE POR PRODUCTOS.

Tabla XXVI: CONSUMO APARENTE POR PRODUCTO

Servicio	Cantidad	Costo	Total
Análisis de Muestras	2	1200	2400
Estudios de Factibilidad	4	2000	8000
Análisis Estadístico de Datos	100	200	20000
Asesoría a Estudiantes, Tesistas de pre y pos grado	200	20	4000
Capacitación, Seminario y Foros	15	450	6750
Control de Calidad, Diseño de Experimentos	3	800	2400
Elaboración de Proyectos Científicos	4	1500	6000
Elaboración de Proyectos Tecnológicos	4	1200	4800
Elaboración de Manuales	3	2500	7500
Asesoría en Legislación Ambiental y Energética.	4	1500	6000
Exploración y trabajo de campo	6	800	4800
Sistemas de Información Geográfica GIS	2	2500	5000
TOTAL			77650

3.10.3 TAMAÑO DE LA PLANTA.

El local donde se instalará la oficina para el funcionamiento del “**Centro de Transferencia Tecnológica en Investigación de Energía Geotérmica**”, mide aproximadamente 6 metros de largo por 5 metros de ancho

3.11 LOCALIZACIÓN DEL CTT.

3.11.1 MACRO LOCALIZACIÓN.

El Centro de Transferencia Tecnológica en Investigación de Energía Geotérmica. Está ubicado en:

País: Ecuador

Provincia: Chimborazo

Ciudad: Riobamba

3.11.2 MICRO LOCALIZACIÓN.

El Centro de Transferencia Tecnológica en Investigación de Energía Geotérmica. Está ubicado en

- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH
- Facultad de Ciencias

3.12 REQUERIMIENTOS

3.12.1 REQUERIMIENTOS DE INSTALACIONES/EDIFICIOS.

- 1 Local

- 1 Laboratorio de computo totalmente equipado
- 1 Aula totalmente equipada
- Servicios básicos: Agua, Luz, Teléfono, Internet.

Estos requerimientos serán facilitados por la Facultad de Ciencias.

Los recursos con los que contará el Centro a más de los logrados con la Autogestión, serán aquellos dotados por la Escuela de Física y Matemática, la Facultad de Ciencias y los promotores del CTT.

3.12.2 REQUERIMIENTOS DE RECURSO HUMANO.

Permanente

Tabla XXVII: RECURSO HUMANO PERMANENTE

CONCEPTO	CANTIDAD	C/MES	C/AÑO
DIRECTOR	1	700	8400
ASESORES CONSOLIDADOS	2	650	15600
ASESORES EN CONSOLIDACIÓN	3	600	21600
SECRETARIA / CONTADORA	1	300	3600
TOTAL	7		49200

3.12.2.1 Ocasional

Tabla XXVIII: RECURSO HUMANO OCASIONAL

CONCEPTO	CANTIDAD	C/MES	C/AÑO
ASESORES NOVICIOS	5		500
RECOLECTORES DE DATOS	10		500
PROFESIONALES	3	200 X SERVICIO	600
TOTAL			1600

Los Asesores Novicios y Recolectores de Datos serán contratados en número que se requiera según la necesidad del trabajo, proyecto o investigación procurando que sea a través de pasantías, prácticas, trabajos de curso para con esto contribuir a que pongan en práctica sus conocimientos adquiriendo más habilidades. A la vez esto ayudará al centro a optimizar recursos.

3.12.3 REQUERIMIENTO DE SOFTWARE.

Se requiere el Star Office 2011, R, GSTAT, GLP. que son software de acceso libre

A futuro se hará la adquisición de SPSS, GIS Arc View, Risk, SQL.

3.12.4 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS INFORMÁTICO Y DE COMUNICACIÓN.

Tabla XXIX: REQUERIMIENTO EQUIPOS INFORMÁTICOS Y COMUNICACIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
COMPUTADORAS	2	1000	2000
ESCÁNER	1	50	50
FOTOCOPIADORA	1	800	800
TELÉFONO - FAX	1	50	50
IMPRESORA	1	100	100
PROYECTOR	1	400	400
TOTAL			3500

3.12.5 REQUERIMIENTOS DE MUEBLES Y ENCERES

Tabla XXX: REQUERIMIENTOS DE MUEBLES Y ENCERES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
ARCHIVADORES	3	80	240
ANAQUEL	1	150	150
ESCRITORIOS	2	50	100
ESCRITORIO PARA COMPUTADORES	2	15	30
SILLAS	6	15	90
MESA DE REUNIONES	1	240	240
PIZARRA	1	35	35
SUMINISTROS DE OFICINA		200	200
TOTAL			1085

3.13 ANÁLISIS FINANCIERO

3.13.1 ACTIVO FIJO, DIFERIDO Y CAPITAL DE TRABAJO DEL CTT

Tabla XXXI: ACTIVO FIJO, DIFERIDO Y CAPITAL DE TRABAJO

ACTIVO		PASIVO	
DISPONIBLE	5.097	PORCIONCTE.L.PLAZO	471
INVENTARIOS			
CUENTAS POR COBRAR			-
TOTAL CIRCULANTE	5.097	PASIVO CORRIENTE	471
FIJO			
INSTALACIONES	33		
EQUIPOS	1.400		
MUEBLES Y EQ. DE OFICINA	1085		
EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	2000		
TOTAL ACTIVO FIJO	4.518	TOTAL PASIVO L.PLAZO	2.529
ACTIVO FIJO NETO	4.518	DEUDA L. PLAZO	2.529
OTROS ACTIVOS		PATRIMONIO	
INVERSIÓN PUBLICITARIA	1360	CAPITAL	8.510
GASTOS DE CONSTITUCIÓN	500		
INTERESES DEL CRÉDITO	36		
TOTAL OTROS ACTIVOS	1.896	TOTAL PATRIMONIO	8.510
TOTAL ACTIVOS	11.510	TOTAL PAS. CAP.	11.510

3.13.2 FUENTES DE FINANCIAMIENTO Y USOS DE FONDOS

Tabla XXXII: FINANCIAMIENTO DE INVERSIÓN

FUENTE	VALOR	%
CAPITAL PROPIO	8.510	74%
CRÉDITO	3.000	26%
TOTAL	11.510	100%

Tabla XXXIII: INVERSIÓN

RUBRO	VALOR USD.
INSTALACIONES	32,50
EQUIPOS	1.400,00
MUEBLES Y EQ. DE OFICINA	1.085,00
CAPITAL DE TRABAJO	5.097,25
INVERSIÓN PUBLICITARIA	1.360,00
GASTOS DE CONSTITUCIÓN	500,00
EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	2.000,00
INTERESES DEL CRÉDITO	35,68
TOTAL	11.510

3.13.3 CALCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA

Tabla XXXIV: CALCULO DEL SERVICIO DE LA DEUDA

MONTO USD. TASA INTERÉS	3.000	PLAZO 1		SERVICIO USD.	270
	14%	PAGOS ANUALES 12			
PERIODO	DESEMBOLSO	INTERÉS	PRINCIPAL	SERVICIO	SALDO
0	3.000				3.000
1		36	234	270	2.766
2		33	237	270	2.529
3		30	240	270	2.289
4		27	243	270	2.047
5		24	245	270	1.801
6		21	248	270	1.553
7		18	251	270	1.302
8		15	254	270	1.048
9		12	257	270	790
10		9	260	270	530
11		6	263	270	267
12		3	267	270	0

3.13.4 PRESUPUESTO DE COSTOS Y GASTOS

Tabla XXXV: GASTOS GENERALES ANUALES

RUBRO	VALOR
LIMPIEZA	100
MANTENIMIENTO EQUIPOS	70
IMPREVISTOS	100
TOTAL	270

Tabla XXXVI: REMUNERACIONES

NOMINA DEL PERSONAL (US\$)

CARGO	SUELDO NOMINAL	COMPONENTE SALARIAL	BÁSICO ANUAL	DECIMO TERCERO	DECIMO CUARTO	APORTE IESS	COST. TOTAL ANUAL	RATIO	CANTIDAD N° PERSONAS	TOTAL
<i>DIRECTOR</i>	700	8	8.496	700	160	945,00	10.301	1,23	1	10.301
<i>ASESORES CONSOLIDADOS</i>	650	8	7.896	650	160	877,50	9.584	1,23	2	19.167
<i>ASESORES EN CONSOLIDACIÓN</i>	600	8	7.296	600	160	810,00	8.866	1,23	3	26.598
<i>SECRETARIA / CONTADORA</i>	300	8	3.696	300	160	405,00	4.561	1,27	1	4.561
TOTAL									7	60.627

3.14 COSTOS E INGRESOS DEL CTT

Tabla XXXVII : INGRESOS POR SERVICIOS

AÑO												
	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO
1	2	1.200,00	4	2.000,00	100	200,00	200	20,00	15	450,00	3	800,00
2	2	1.200,00	4	2.000,00	105	200,00	210	20,00	16	450,00	3	800,00
3	2	1.200,00	4	2.000,00	110	200,00	221	20,00	17	450,00	3	800,00
4	2	1.200,00	5	2.000,00	116	200,00	232	20,00	17	450,00	3	800,00
5	2	1.200,00	5	2.000,00	122	200,00	243	20,00	18	450,00	4	800,00
6	3	1.200,00	5	2.000,00	128	200,00	255	20,00	19	450,00	4	800,00
7	3	1.200,00	5	2.000,00	134	200,00	268	20,00	20	450,00	4	800,00
8	3	1.200,00	6	2.000,00	141	200,00	281	20,00	21	450,00	4	800,00
9	3	1.200,00	6	2.000,00	148	200,00	295	20,00	22	450,00	4	800,00
10	3	1.200,00	6	2.000,00	155	200,00	310	20,00	23	450,00	5	800,00

AÑO												
	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO
0												
1	4	1.500,00	4	1.200,00	3	2.500,00	4	1.500,00	6	800,00	2	2.500,00
2	4	1500,00	4	1200,00	3	2500,00	4	1500,00	6	800,00	2	2500,00
3	4	1500,00	4	1200,00	3	2500,00	4	1500,00	7	800,00	2	2500,00
4	5	1500,00	5	1200,00	3	2500,00	5	1500,00	7	800,00	2	2500,00
5	5	1500,00	5	1200,00	4	2500,00	5	1500,00	7	800,00	2	2500,00
6	5	1500,00	5	1200,00	4	2500,00	5	1500,00	8	800,00	3	2500,00
7	5	1500,00	5	1200,00	4	2500,00	5	1500,00	8	800,00	3	2500,00
8	6	1500,00	6	1200,00	4	2500,00	6	1500,00	8	800,00	3	2500,00
9	6	1500,00	6	1200,00	4	2500,00	6	1500,00	9	800,00	3	2500,00
10	6	1500,00	6	1200,00	5	2500,00	6	1500,00	9	800,00	3	2500,00

FIGURA1-2Proyección De Ventas

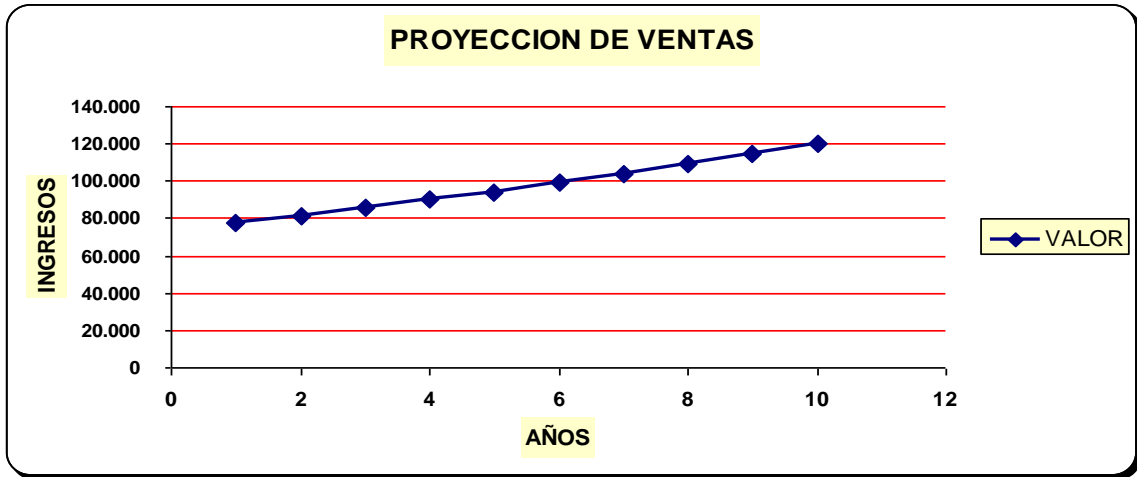


Tabla XXXVIII: PROYECCIÓN DE VENTAS

AÑO	VALOR
0	
1	77.650
2	81.533
3	85.609
4	89.890
5	94.384
6	99.103
7	104.058
8	109.261
9	114.724
10	120.461

Tabla XXXIX: COSTO DE VENTA DE SERVICIO

CONCEPTO	COSTO ANUAL
PERSONAL DE CAMPO (RECOLECTORES DE DATOS)	4000
TABULADORES	3000
REFRIGERIOS	400
GASTOS DE MOVILIZACIÓN Y COMUNICACIÓN	700
SERVICIOS PROFESIONALES	1500
TOTAL	9600

3.15 ESTADO DE RESULTADOS

Tabla XL: ESTADO DE RESULTADOS AÑO 1

ESTADO DE RESULTADOS			
GASTOS NOMINA	60.627	INGRESOS POR VENTAS	77.650
GASTOS ADMINISTRATIVOS	270	COSTO DE VENTAS	(9.600)
GASTOS FINANCIEROS	33		
DEPRECIACIONES	864		
GASTOS DE COMERCIAL. Y VENTAS	777		

OTROS GASTOS	388		
AMORTIZACIONES	379		
TOTAL GASTOS	63.338		
UTILIDAD DEL EJERCICIO	4.712		
15% PARTICIPACIÓN TRAB.	(707)		
UTILIDAD DESPUÉS DE PART	4.005		
IMPUESTO RENTA	(1.001)		
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPTO	3.004		
TOTAL	68.050	TOTAL	68.050

Tabla XLI: PROYECCIÓN DE FUENTES INVERSIONES

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
FUENTES											
CAP. PROPIO	8510,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
CRÉDITO DE LARGO PLAZO	3000,00										
ING. POR VTAS	0,00	77650,00	81532,50	85609,13	89889,58	94384,06	99103,26	104058,43	109261,35	114724,42	120460,64
VALOR RESCATE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5324,75
SALDO ANTERIOR		5097,25	8873,47	14754,83	22866,29	33323,86	46244,96	62156,09	80788,22	102277,38	126766,44
TOTAL FUENTES	11510,43	82747,25	90405,97	100363,95	112755,87	127707,92	145348,22	166214,52	190049,57	217001,80	252551,83
USOS											
INVERSIONES	6413,18										
GASTOS DE NOMINA	0,00	60627,00	60627,00	60627,00	60627,00	60627,00	60627,00	60627,00	60627,00	60627,00	60627,00
COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN		9600,00	10080,00	10584,00	11113,20	11668,86	12252,30	12864,92	13508,16	14183,57	14892,75
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS		270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00
SERVICIO DEUDA PAGO AL PRINCIPAL		470,92	482,19	505,53	517,63	530,01					
SERVICIO DEUDA PAGO INTERESES		32,89	57,30	33,95	21,86	9,47					
GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN Y VENTAS	0,00	776,50	815,33	856,09	898,90	943,84	991,03	1040,58	1092,61	1147,24	1204,61

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- En la provincia de Chimborazo se identificaron 6 fuentes termales de baja entalpia Guayllabamba (Chambo), Los Elenes (Guano), Palictahua (Penipe), Pantus (Licto), Conugpogyo (Colta) y el Carmen (Alausí), incluyéndose en el estudio, por su importancia y cercanía, la fuente termal de Cunugyacu (vía Guaranda Ambato) perteneciente a la provincia de Tungurahua.
- La provincia de Chimborazo no cuenta con fuentes geotérmicas de alta entalpia, ya que la temperatura de las fuentes no supera los 90°C.
- En los análisis de las muestras tomadas en cada una de las fuentes termales, se encontró que a pesar de estar dentro de una zona geográfica pequeña estas poseen propiedades físicas, químicas y físico-químicas diferentes.
- A las fuente de Conugpogyo y Los Elenes se clasifican como: fuentes hipotermales, Bicarbonata Cálcica Magnésica ya que se comportan como

antiácidas en el estómago, aunque con un menor poder neutralizante de la acción gástrica que un antiácido comercial.

- La fuente de Cunugyacu se clasifica como mesotermal, Sulfatada Cálcica Clorurada que actúa como diurética.
- La fuente hipotermal de Pantus y la fuente mesotermal de Guayllabamba se clasifica como Bicarbonatada Sódica, el uso terapéutico de las aguas es como antiácido.
- La fuente mesotermal de Palictahua es Sulfatada Cálcica y pueden utilizarse en diferentes cuadros alérgicos
- Siendo la provincia de Chimborazo una región volcánica es factible la creación de un Centro de Investigación dedicado al aprovechamiento de los recursos geotérmicos, mismo que vinculará a la ESPOCH con la comunidad, incentivando el desarrollo sustentable de la región.

4.2 RECOMENDACIONES

- La toma de muestras se debe realizar cumpliendo técnicas y protocolos establecidos para obtener resultados totalmente confiables y así disminuir el margen de error que estos puedan presentar al momento de hacer los análisis en los laboratorios respectivos.
- Las muestras deben ser enviadas a laboratorios que cuenten con equipos de última generación que permitan un análisis químico e isotópico completo preciso y confiable, donde se manejen normas adecuadas para la ponderación de las características físicas y químicas que nos interese estudiar.
- Las autoridades deben dar un mayor apoyo en cuanto a la parte económica ya que en investigaciones como ésta, los análisis de muestras tienen un costo elevado, el esfuerzo de los Tesisistas no debería ser más allá que el académico, más aún cuando el aporte científico que se brinda a la ESPOCH y provincia sirven para elevar el desarrollo de las regiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ARMIEJO, V. M.**, Bases biológicas de la acción de las curas balnearias, Computense. 1994, pp. 161-176.
2. **EATON, A. D., CLESERI, L. J., GREENBERG, A. E.**, Standard Methods for Examination of Water, 4ta. ed. Centennial. 2005, pp. 155-158.
3. **LLOPIS, T. G., ANGULO V. A.** Guía de la Energía Geotérmica, Madrid, s.ed. 2008, 178 p.
4. **MUÑOZ, J. E.**, Aguas Minerales del Ecuador, Quito, Talleres Gráficos Nacionales. 1949, pp.6-17.
5. **TIPLER, P. A.** Física, Traducido de la 2da ed. por J. Aguilar Perris, Barcelona, Reverte. 1985, pp.563-574.
6. **AGUILAR J., CÁCERES, V.** Diseño del Proyecto para la Creación del CTT en Investigación y Asesoría en Estadística y Simulación. TESIS Facultad de Ciencias Escuela de Física y Matemática Escuela de Ing. Estadística Informática, Riobamba ESPOCH, 2007, pp. 167-178.
7. **ALTERNER:**
<http://www.altener.es/es/geotermica>
2011/11/24
8. **CONAMA:**
http://www.conama.cl/educacionambiental/1142/articles-29099_recurso_8.pdf
2011/09/11

9. CIENCIA NASA:

http://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2003/18mar_fuelcell/

2011/11/22

10. ECEUROPA:

http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/key_messages_es.pdf

2011/11/12

11. EDUCARCHILE:

www.educarchile.cl/Portal.herramientas/autoaprendizaje/yasim.htm

2011/10/25

12. ENERGÍAS ARGENTINA:

www.energia.gov.ar

2011/11/18

13. ENERGÍAS ALTERNATIVAS ARGENTINA:

http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivo/publicaciones/libro_energia_geotermica.pdf

2011/10/25

14. ENERGÍAS ESPAÑA:

<http://www.energias.org.es/m-energia-hidroelectrica.html>

2011/11/03

15. ENERGÍAS RENOVABLES ESPAÑA:

<http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/index.htm>

2011/11/03

16. ENOCAMARKETS:

http://www.enovamarkets.com/data/files/magazines/enova_005.pdf

2011/11/12

17. GALEON:

<http://galeon.com/udlaprodu2/energias/geotermica1.pdf>

2011/10/29

18. JFINTERNACIONAL:

<http://jfinternational.com/mf/termodinamica.html>

2011/09/11

19. ORIENTACIONSUR:

<http://orientacionsur.es/index.php/e-renovables/geotermica>

2011/11/24

20. PORTAL QUÍMICA:

<http://www.quimica.urv.es/~w3siiq/DALUMNES/99/siiq51/Ere.html>

2011/10/24

21. SEMPLADES

<http://blogpnd.senplades.gob.ec/?p=3322>

2011/11/25

22. TANQUEMLESNUCLEARS:

<http://www.tanquemlesnuclears.org/materials/manualnuclearmanueladelantado.pdf>

2011/11/12

23. TERRASOL EUROPA:

http://www.isomax-errasol.eu/uploads/media/Aplicaciones_energia_geotermica.pdf

2011/11/23

24. TEXTOS CIENTÍFICOS:

<http://www.textoscientificos.com/fisica/termodinamica/temperatura-ley-cero>

2011/09/11

25. UNIVERSIDAD DE LA HABANA:

http://www.fisica.uh.cu/bibvirtual/fisica_aplicada/fisicall/tekct/radi.htm

2011/10/23

26. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID:

www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/17/9.pdf

2011/11/25

ESPOCH

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA - BIOFÍSICA

Teléfono 032968912(Ext. 166) Panamericana Sur Km. 1½, ESPOCH Email:escfima@epoch.edu.ec



ENTREVISTA

Dirigida a Los Propietarios de las áreas donde se encuentran las fuentes geotérmicas en la provincia de Chimborazo.

La información que se recabe será de carácter confidencial y se utilizará con el fines Académicos .De antemano reciba nuestro más amplio agradecimiento por su colaboración

I. DATOS DE CONTROL

NOMBRE:

ÁREA: **SECTOR:**

II. OBJETIVOS

- Determinar el grado de conocimiento acerca de la Energía Geotérmica
- Determinar las necesidades en el área de investigación y asesoramiento sobre energía geotérmica
- Saber el grado de responsabilidad con el uso de recursos naturales no renovables, y la importancia del uso de los recursos renovables como el calor de la tierra.
- Consultar el grado de interés de los entrevistados para realizar una inversión que eleve el desarrollo sustentable de su sector
- Saber cuál de las aplicaciones de los usos directos del calor en la Energía Geotérmica tiene mayor factibilidad en la provincia

III. PREGUNTAS

1. Tiene conocimiento acerca de la Energía Geotérmica SI () NO ()
2. Cree Ud. que los municipios o entidades gubernamentales deberían emprender proyectos que promuevan la utilización de energías Alternativas como la Energía Geotérmica SI () NO ()
3. Sabía Ud. que el agua caliente (30°C), se la puede utilizar en: calefacción de invernaderos, curtiembres, pasteurizadoras, piscicultura y balnearios. SI () NO ()
4. Considera que para el calentamiento del agua se utiliza una gran cantidad de recursos energéticos no renovables como Gas, Diesel los mismos que destruyen el ambiente SI () NO()
5. ¿Estaría dispuesto a realizar una inversión para la obtención Agua caliente 24 horas al día, 365 días al año con temperatura constante aprovechando el calor interno de la tierra? SI () NO()
6. Entre las aplicaciones de los usos directos del calor en la energía geotérmica tenemos: calefacción de viviendas (Hoteles, edificios, casas), producción de agua caliente para crianza de peces, balnearios curtiembres, calefacción de invernaderos. ¿En cuál de éstas aplicaciones

estaría **dispuesto** **a**
invertir?.....
.....

ESPOCH**FACULTAD DE CIENCIAS**

ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA - BIOFÍSICA

Teléfono 032968912(Ext. 166) Panamericana Sur Km. 1½, ESPOCH

Email:escfima@epoch.edu.ec

**ENCUESTA**

Dirigida a los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

La información que se recabe será de carácter confidencial y se utilizará con el fines Académicos .De antemano reciba nuestro más amplio agradecimiento por su colaboración

IV. DATOS DE CONTROL

NOMBRE:.....

ESCUELA:

CARRERA:

SEMESTRE:

V. OBJETIVOS

- Determinar el grado de conocimiento de los estudiantes en temas sobre energías alternativas en específico sobre la utilización de energía geotérmica como un recurso alternativo y renovable.
- Determinar las necesidades en el área de investigación y asesoramiento sobre energía geotérmica.
- Saber el grado de responsabilidad con el uso de recursos naturales por parte de los estudiantes, futuros interventores el desarrollo del país.
- Conocer si tiene conocimiento de la existencia algún centro o persona que brinde asesoría en áreas relacionadas con fuentes geotermales.

VI. PREGUNTAS

1. Tiene conocimiento acerca de la Energía Geotérmica SI () NO ()

2. Indique el grado de importancia que crea Ud. acerca de asesorías en el área de las energías Alternativas en específico de la Energía Geotérmica

GRADO DE IMPORTANCIA	DESEARÍA ASESORAMIENTO

3. El uso y abuso de los recursos naturales no renovables como fuente de energía causa un gran impacto ambiental, destruyendo la naturaleza. ¿Cree Ud. que es necesario emprender proyectos donde se use los recursos naturales renovables para la producción de energía como el calor de la tierra? SI () NO ()

4. Tiene Ud. conocimiento de la existencia de algún centro o persona que brinde asesoría en el área de la Energía Geotérmica

SI () NO ()

5. Considera Ud. que la ESPOCH debería contar con un Centro de Investigación dedicado al estudio de la Energía Geotérmica, donde también se brinde asesoría para la elaboración de proyectos de tesis para los estudiantes de la Facultad de Ciencias

SI () NO ()

ANEXO III: TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE MUESTRAS

Técnicas de conservación de muestras de agua para análisis químicos o fisico-químicos.				
Parámetro	Recipiente (*)	Conservante	Tiempo máximo (**)	Observaciones
Alcalinidad Acidez	P o V	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	Preferible determinación in situ
Amonio	P o V	Refrigeración (4-5 °C)	6 horas	
Arsénico	P o V	pH < 2	1 mes	
DBO	P o V El vidrio es preferible en caso de baja DBO	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	Almacenar en oscuridad
Calcio	P o V		24 horas	Hasta 48 horas pero debe tenerse cuidado con muestras que presenten una CE > 70 mS/cm
		pH < 2	1 mes	La acidificación (no con SO ₂ H ₂) permite determinar el calcio en la misma muestra que otros metales
Cianuros	P	Refrigeración. NaOH a pH > 12; 0,6 g ácido ascórbico	14 días	El método de conservación dependerá del método de análisis utilizado
Cloruros	P o V		1 mes	
Color	P o V	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	Almacenar en la oscuridad

Técnicas de conservación de muestras de agua para análisis químicos o fisico-químicos.				
Parámetro	Recipiente (*)	Conservante	Tiempo máximo (**)	Observaciones
Conductividad	P o V	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	Almacenar en la oscuridad
Dureza	HNO ₃ a pH < 2		1 mes	
DQO	P o V. El vidrio es preferible en caso de baja DQO	pH < 2 con SO ₂ H ₂ . Refrigeración (4-5 °C)		Almacenar en oscuridad
Fluoruros	P		1 mes	No emplear PTFE
Metales disueltos	P o V	Filtrar (0,45 μm), acidificar a pH < 2 y refrigerar (4-5 °C)	1 mes	Excepto mercurio
Metales totales	P o V	Acidificar a pH < 2 y refrigerar (4-5 °C)	1 mes	Excepto mercurio
Mercurio total	P o V	pH < 2 con HNO ₃ y adición de K ₂ Cr ₂ O ₇ hasta una concentración final del 0,05%	1 mes	Debe tenerse un especial cuidado en que los recipientes para la toma de muestra no estén contaminados
Nitrato	P o V	pH < 2 o refrigeración Filtrado a 0,45 μm y refrigeración (4-5 °C)	24 horas 48 horas	
Nitrito	P o V	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	
pH	P o V	Guardar a menor T ^a que la inicial	6 horas	El pH debe determinarse en el momento de la toma de muestra

Técnicas de conservación de muestras de agua para análisis químicos o físico-químicos.				
Parámetro	Recipiente (*)	Conservante	Tiempo máximo (**)	Observaciones
Residuo seco	P o V	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	
R alfa	P o V	HNO ₃ a pH < 2	1 mes	
R beta	P o V	HNO ₃ a pH < 2	1 mes	
Fósforo disuelto	VB o V	Refrigeración tras filtrado inmediato in situ	24 horas	Se recomienda el uso de botellas yodadas
Fósforo total	VB o V	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	Se recomienda el uso de botellas yodadas
		pH < 2 con H ₂ SO ₄	1 mes	
Potasio	P		1 mes	
Sodio	P		1 mes	
Sulfatos	P o V	Refrigeración	1 semana	En aguas residuales añadir peróxido de hidrógeno para evitar la formación de sulfuro de hidrógeno

Técnicas de conservación de muestras de agua para análisis químicos o físico-químicos.				
Parámetro	Recipiente (*)	Conservante	Tiempo máximo (**)	Observaciones
Residuo seco	P o V	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	
R alfa	P o V	HNO ₃ a pH < 2	1 mes	
R beta	P o V	HNO ₃ a pH < 2	1 mes	
Fósforo disuelto	VB o V	Refrigeración tras filtrado inmediato in situ	24 horas	Se recomienda el uso de botellas yodadas
Fósforo total	VB o V	Refrigeración (4-5 °C)	24 horas	Se recomienda el uso de botellas yodadas
		pH < 2 con H ₂ SO ₄	1 mes	
Potasio	P		1 mes	
Sodio	P		1 mes	
Sulfatos	P o V	Refrigeración	1 semana	En aguas residuales añadir peróxido de hidrógeno para evitar la formación de sulfuro de hidrógeno
Sulfuros	P o V	Alcalinizar con carbonato de sodio y fijar con acetato de cinc		Analizar lo antes posible.
Turbidez	P o V		24 horas	La determinación debe hacerse preferentemente in situ

(*) P = Plástico, V = Vidrio, VB = Vidrio borosilicatado.

(**) = La indicación 1 más significa que la conservación no presenta una dificultad particular.

Fuente: AENOR (1997) y USEPA (1986) modificados.

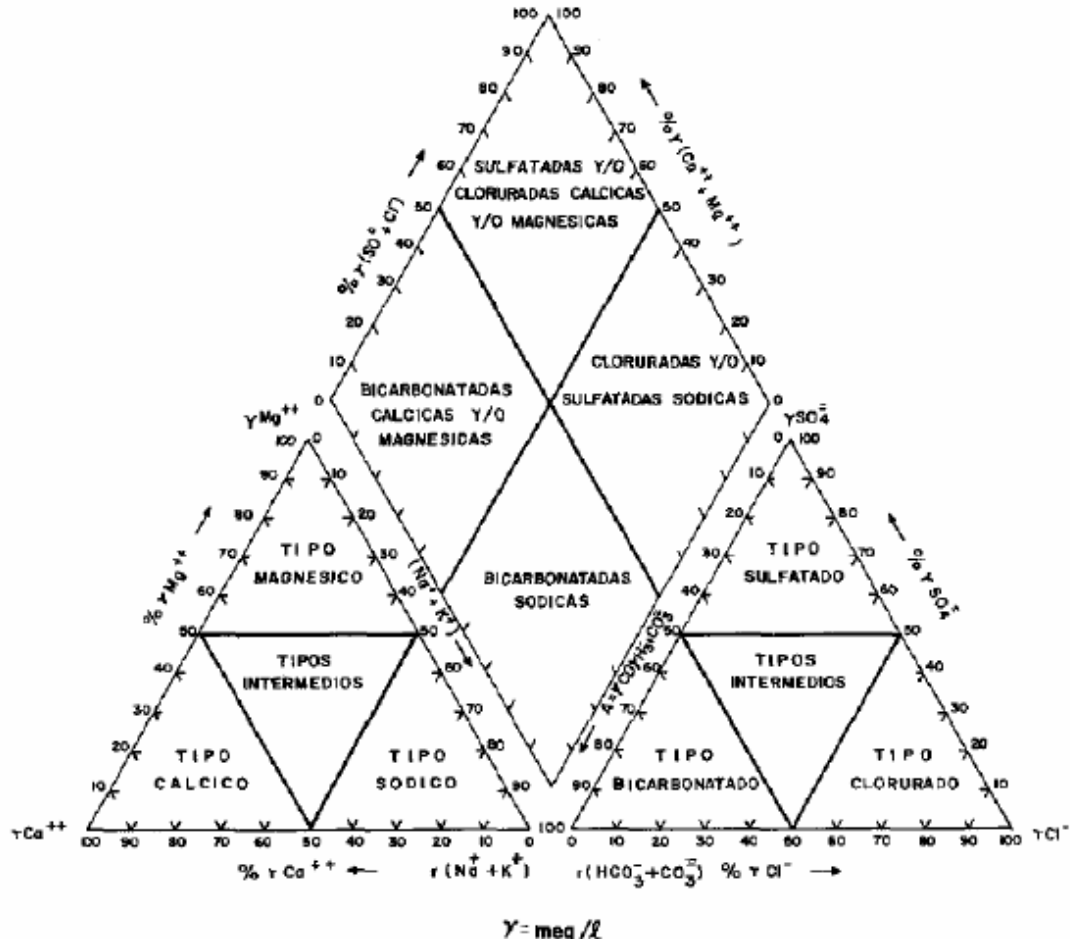
ANEXO IV: FACTORES DE CONVERSIÓN DE mg/L A me/L

TABLE 1050:I. CONVERSION FACTORS*
(Milligrams per Liter—Milliequivalents per Liter)

Ion (Cation)	me/L = mg/L ×	mg/L = me/L ×	Ion (Anion)	me/L = mg/L ×	mg/L = me/L ×
Al ³⁺	0.111 2	8.994	BO ₂ ⁻	0.023 36	42.81
B ³⁺	0.277 5	3.604	Br ⁻	0.012 52	79.90
Ba ²⁺	0.014 56	68.66	Cl ⁻	0.028 21	35.45
Ca ²⁺	0.049 90	20.04	CO ₃ ²⁻	0.033 33	30.00
Cr ³⁺	0.057 70	17.33	CrO ₄ ²⁻	0.017 24	58.00
			F ⁻	0.052 64	19.00
Cu ²⁺	0.031 47	31.77	HCO ₃ ⁻	0.016 39	61.02
Fe ²⁺	0.035 81	27.92	HPO ₄ ²⁻	0.020 84	47.99
Fe ³⁺	0.053 72	18.62	H ₂ PO ₄ ⁻	0.010 31	96.99
H ⁺	0.992 1	1.008	HS ⁻	0.030 24	33.07
K ⁺	0.025 58	39.10	HSO ₃ ⁻	0.012 33	81.07
			HSO ₄ ⁻	0.010 30	97.07
Li ⁺	0.144 1	6.941	I ⁻	0.007 880	126.9
Mg ²⁺	0.082 29	12.15	NO ₂ ⁻	0.021 74	46.01
Mn ²⁺	0.036 40	27.47	NO ₃ ⁻	0.016 13	62.00
Mn ⁴⁺	0.072 81	13.73	OH ⁻	0.058 80	17.01
Na ⁺	0.043 50	22.99	PO ₄ ³⁻	0.031 59	31.66
NH ₄ ⁺	0.055 44	18.04	S ²⁻	0.062 37	16.03
Pb ²⁺	0.009 653	103.6	SiO ₃ ²⁻	0.026 29	38.04
Sr ²⁺	0.022 83	43.81	SO ₃ ²⁻	0.024 98	40.03
Zn ²⁺	0.030 59	32.70	SO ₄ ²⁻	0.020 82	48.03

* Factors are based on ion charge and not on redox reactions that may be possible for certain of these ions. Cations and anions are listed separately in alphabetical order.

ANEXO V: DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGERIER



ANEXO VI: FOTOGRAFÍAS

Fuente Conugpogyo



Fuente Cunugyacu



Fuente Pantus



Fuente Guayllabamba



Fuente Los Elenes



Fuente Palictahua



Toma de muestras

