

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



**Control de la Contaminación y Programa de Reforestación en la
Zona Geotérmica de La Primavera, Jal.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EXTENSION AGRICOLA

P R E S E N T A

Luis Oscar Aquino Maldonado

GUADALAJARA, JAL.,

1985



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

EXPEDIENTE

Escuela de Agricultura

NUMERO

9 de Marzo de 1962

C PROFESORES

ING. CARLOS HERRERA ABARCA, Director
ING. LUIS ALBERTO REYES SALCIDO, Asesor
ING. SERVAÑO CARVAJAL HERNANDEZ, Asesor

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis :

" CONTROL DE LA CONTAMINACION Y PROGRAMA DE REFORESTACION EN LA ZONA GEOTERMICA DE LA PUEBLA, JAL. "

presentado por el pasante LUIS OSCAR AQUINO
VALLEJANO

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes que sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarle las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING JULIAN SANCHEZ GONZALEZ

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 8 de Marzo de 1982

C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE

LUIS OSCAR AQUINO MALDONADO Titulada:

" CONTROL DE LA CONTAMINACION Y PROGRAMA DE REFORESTACION
DE LA ZONA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA, JAL."

Damos nuestra aprobacion para la Impresion
de la misma .

DIRECTOR



ING. CARLOS HERNANDEZ ABARCA

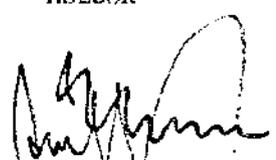


ASESOR



ING. LUIS ALBERTO RENDON SALCIDO

ASESOR



ING. SERVANDO CARVAJAL HERNANDEZ

- A MIS PADRES
- A MI ESPOSA
- A MIS HIJAS
- A MI ESCUELA
- A MIS MAESTROS
- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS



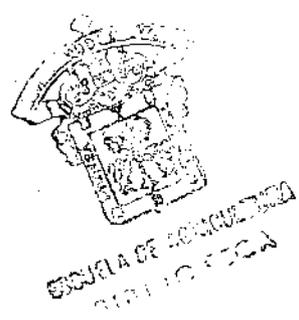
I N D I C E



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

I	.- INTRODUCCION.	1
II	.- OBJETIVOS.	2
III	.- ANTECEDENTES.	4
IV	.- GENERALIDADES	12
	4.1.- Localización y Extensión	12
	4.2.- Orografía.	13
	4.3.- Geología	14
	4.4.- Hidrografía	15
	4.5.- Climatología.	16
	4.6.- Edafología	17
	4.7.- Clases de Uso Potencial y Parámetros que lo definen.	19
V	.- MATERIALES Y METODOS	22
	5.1.- Qué es la Geotermia ?	22
	5.2.- La Geotermia en México	23
	5.3.- Campo Geotérmico de la Primavera, Jalisco	25
	5.4.- Características del estudio	26
	5.5.- Materiales usados	26
	5.6.- Metodología aplicada	27
	5.7.- Muestreo de Suelos	29
	5.8.- Muestreo de aguas dulces y geotérmicas	30
	5.9.- Pruebas de reforestación	35

VI	.-	LA VEGETACION	38
		6.1.- Condiciones generales de la vege- tación	38
		6.2.- Flora característica de la sierra	39
		6.3.- Actividades agrícolas y foresta - les	40
		6.4.- Tipos vegetativos	41
		6.5.- La agricultura y la erosión . . .	42
VII	.-	LA CONTAMINACION	46
		7.1.- El hombre y el medio ambiente . .	46
		7.2.- Contaminantes del medio ambiente.	46
		7.3.- Contaminación por temperatura . . .	48
		7.4.- Contaminantes contenidos en los - flujos de los pozos	50
VIII	.-	ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION . . .	53
IX	.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
		9.1.- Conclusiones	56
		9.2.- Recomendaciones	58
X	.-	BIBLIOGRAFIA	60
XI	.-	RESUMEN	62
XII	.-	GLOSARIO DE TERMINOS USADOS	65



I.- INTRODUCCION.

Debido a los estudios y trabajos que en materia de geotermia ha venido desempeñando la Comisión Federal de Electricidad en la zona conocida como "Sierra La Primavera", localizada al Oeste de la ciudad de Guadalajara, Jal.; se debe considerar como necesario la creación de un plan referente a la contaminación que dichos trabajos puedan ocasionar a la flora forestal de la zona.

Es un hecho, que el bienestar físico de las poblaciones dependen siempre de la forma en que se aprovechen los recursos naturales a su disposición. Hay pruebas evidentes de que un mal uso o la falta de cuidado del suelo y la destrucción de la cubierta forestal productiva, han contribuido a la decadencia y extinción de civilizaciones enteras. En cambio gracias a la conservación de tierra y a una explotación acertada de los recursos forestales, suelos que se vienen utilizando durante centenares o incluso millares de años, siguen siendo sumamente productivos. De aquí la necesidad de llevar un control ecológico concienzudo para así evitar problemas de magnitudes considerables.

La necesidad y demanda que existe de energéticos en el mundo, ha hecho que el hombre contemporáneo se incline a desentrañar la Tierra en busca de nuevas fuentes de energía. Tal parece que ha rotos sus últimos lazos con el mundo natural; el hombre primitivo en su vida diaria utilizó los principios ecológicos del modo más perfecto, el hombre actual debido a la superpoblación no le queda otra opción más que ir en contra de la naturaleza.

II.- OBJETIVOS.

Los objetivos generales de éste estudio, están basados en el cuidado y control que ocasionan los --- avances del hombre al utilizar diversas tecnologías - en busca de nuevas fuentes de energía. Ocasionando -- con ello desequilibrios ecológicos a largo tiempo. Es importante hacer notar que nosotros los humanos, vemos como muy lejano el drástico deterioro que pudiera tener nuestra ecología actual. Es por ello de suma importancia, tratar de adelantarse a los efectos que pu diera ocasionar cualquier actividad industrial, agrí- cola, pesquera, etc.

Dadas las condiciones en el área de estudio, y - con el afán de mantener por lo menos las condiciones- ecológicas existentes, enumero los siguientes objeti- vos a tratar:

- 1°.- Realizar un muestreo de suelos en las zonas de - mayor interés agrícola y forestal, para poder de- terminar las condiciones generales de los suelos existentes en el área.
- 2°.- Llevar a cabo muestreos de aguas dulces y aguas - geotérmicas para conocer su composición, su con- centración y su reacción al ser aprovechadas por- las plantas. Además de determinar sus componentes y conocer su posible afectación, dado el porcenta- je contenido en cada muestra.
- 3°.- Realizar pruebas de reforestación en el área con- diversos géneros arbustivos para comparar rendi- mientos, conocer épocas ideales de trasplante, -- identificar las especies que mejor se adapten a - las condiciones existentes en el área, para poder recomendar una o varias especies en la zona de -- trabajo.

- 4°.- Identificar completamente los contaminantes de los sistemas geotermales con toda sus consideraciones. Para poder establecer un control sobre cada uno de ellos.
- 5°.- Conocer las condiciones generales en el área en cuanto a flora, fauna, suelos, climas, geografía general, etc. para poder evaluar los daños en el área de trabajo, conociendo todos los factores ambientales.
- 6°.- Evaluar los trabajos que se hagan en la zona de trabajo, ya sea en cuanto a reforestación o al control de la contaminación. Para poder recomendar soluciones a los problemas que se presenten en campos geotérmicos sucesivos.

III.- ANTECEDENTES

La geotermia se ha desarrollado a últimas fechas, dada la feliz experiencia obtenida en el campo geotérmico de Larderello, Italia desde hace 40 años. Muchos países están ahora en posibilidades de explotación geotérmica. Sería difícil y bastante extenso enumerar todos los proyectos desarrollados y por desarrollar, sin embargo, se presenta a manera de resumen los países que han desarrollado actividades geotérmicas:

CHILE

Un proyecto entre las Naciones Unidas y el gobierno Chileno han iniciado estudios al Noreste de Chile. En el Tatio, un área localizada en las partes altas de los Andes cerca de la frontera Boliviana, en la provincia de Antofagasta. Aquí, 13 pozos de los 600 a los - 1820 m de profundidad han sido perforados. La energía obtenida, será utilizada para auxiliar las actividades mineras en la provincia y para una planta de desalinización.

COSTA RICA

Alrededor del volcán Miravalles se han perforado pozos de hasta 350 m, y hay planes para una planta geotérmica para los 80's.

EL SALVADOR

Se han perforado pozos en las áreas llamadas Ahuachupan y Berlín con buenos resultados. Ya está operando una estación generadora.

ESTADOS UNIDOS

En los Geysers, en el Condado de Sonoma en California, y la región del Valle Imperial en el estado de Colorado, han sido los lugares en donde se han encontrado áreas de interés geotérmico. Se han perforado pozos de varias profundidades con buenos resultados en cuanto a temperaturas de aguas (250° a 350°C).

Ampliando los estudios, se encontraron en los estados de Wyoming en el Parque Yellowstone y en Nevada, en el Condado de Washoe.

ETIOPIA

Estudios geofísicos, geológicos y geoquímicos han determinado 600 áreas geotermales en Etiopía. En los grabens Afar - Danakil y Tendano, parecen ser los más prometedores para una primera etapa de perforación.

FILIPINAS

Al Sur de Luzon, en el campo Tiwi, una planta geotérmica con capacidad de 200 MW ha sido planeada. Donde 11 pozos han sido perforados a una profundidad de 1200 m y temperaturas de 250°C.

FRANCIA

En la región de Melun, cerca de París, se han perforado dos pozos de 1800 m de profundidad.

GRECIA

Varias posibilidades geotérmicas han sido desarrolladas en la Isla Milos, a 150 Km al Sur de Atenas. Pro-

poniéndose la perforación de cuatro pozos de 1000 m de profundidad.

GUATEMALA

En un área de 100 Km² en la zona de Moyuta, ya fue perforado un pozo (con poca producción). En la zona llamada Zunil, al Este del país se han tenido mejores resultados.

HUNGRÍA

Cerca de la frontera Yugoslava, más de 80 pozos están en producción, perforados hasta 1800 m sobre rocas sedimentarias del Plioceno. La producción obtenida de 600 ton/h es utilizada para calentar 1200 residencias.

ISLANDIA

Se tienen varias áreas de gran producción geotérmica: Reykir, Reykjahilad, Reykjavik, Namafjall y Krofla, con pozos de los 700 a 2000 m de profundidad y con bastante buena producción de vapor. Utilizando la energía obtenida en electricidad, calefacción y para secar diatomita.

INDIA

El principal prospecto geotérmico se encuentra al Noroeste de la India. Se tienen manantiales con un gasto de 5×10^5 l/h y 90°C. En la región denominada Puga en el distrito Ldakh, también encontramos manantiales con altas temperaturas, en donde pozos someros de 130 m proporcionan agua a 130°C.

INDONESIA

El manantial termal llamado Kawah Kamojang y el -
área de fumarolas se refleja en un complejo volcánico
al Oeste de Java. Se han perforado cinco pozos someros
con buenos índices de producción.

Se han estudiado otras áreas, en donde se incluyen
Dieng en Java Central, Salk al Sur de Jakarta, Manuk al
Sureste de Jakarta y Cisoloc - Cisukarame en la costa -
Suroeste de Java. Además de una posible explotación en
Bali, Sumatra y Norte de Sulawesi.

ITALIA

Al Norte de las Montañas Metalíferas, se extiende
el complejo geotermal de Larderello. Aquí se producen
3100 tons. de vapor por hora. La capacidad para generar
electricidad ya instalada es de 360 MW. Con aproximada
mente 200 pozos productores a una profundidad promedio
de 650 m.

Otras regiones como la del Monte Amiata, Nápoles,
Monte Volsini, Monte Cimini y Monte Sabatini, han sido
ampliamente explotadas favorablemente.

JAPON

Los manantiales termales del Japón, han sido uti-
lizados por cientos de años para baños y propósitos -
hortícolas. El primer intento para generar electrici-
dad fué en los años de 1920 por la compañía de Luz Eléc-
trica de Tokio. Le sucedieron diversas investigaciones
en otras áreas geotermales como Otake, Matsukawa, Oni-
tobe, Onuma, Takenoyu, Oshirakawa y en Hokkaido.

KENIA

El potencial geotermal a lo largo del Gran Valle del Rift, ha sido investigado ampliamente. Se denotan tres áreas de interés: Olkaria al Sur del Lago Naivasha, Hannington y Eburru. Ya se han perforado seis pozos en Olkaria, de los cuales dos han tenido resultados favorables (300°C a 1650 m).

MEXICO

Denotándose las zonas de Mexicali en Baja California, Los Azufres e Ixtlán de los Hervores en Michoacán, Pathé en Hidalgo, Los Humeros en Puebla y La Primavera en Jalisco.

NUEVA_ZELANDA

Al Norte de la Isla Neozelandesa y particularmente en las provincias de Rotorva y Taupo. En Rotorva --- más de 1000 pozos han sido perforados. Dentro de Taupo, tenemos las áreas geotérmicas de Warakei, Kawerau, Broadlands y Waiotapu.

NICARAGUA

Dos zonas geotérmicas están siendo examinadas, -- cerca del volcán Momotombo y en San Jacinto; se tienen pozos perforados de 500 a 900 m de profundidad, con re-- sultados prometedores.

TAIWAN

En la región volcánica de Tatun al Norte de Tai-- wan, pozos de 500 a 1500 m y con temperaturas de 200°C se han localizado. Sobresaliendo las áreas de Tehuangt

sui y Matsao.

TURQUIA

En un programa en acorde con las Naciones Unidas y el gobierno Turco, catorce pozos han sido perforados hasta profundidades promedio de 1000 m, encontrándose aguas de 190° a 210°C. Ciertas áreas con manantiales termales como Agamenon, Izmir y Canakkale tienen temperaturas superficiales mayores de 100°C.

UNION SOVIETICA

La región de Kamchatka, una gran área de 350 Km² con manifestaciones termales y fumarolas son el reflejo de una gran actividad volcánica al Noreste de las Montañas Kambalny. Pozos perforados a profundidades de 800 m, productores de aguas salinas y con temperaturas de 170° a 195°C y con bastante presión. Por las temperaturas del agua caliente de 150°C a profundidades de 2500 a 3500 en el área cercana a Penfilov al Sudeste de Kazakhstan, fue propuesta una planta de 12 MW para generación eléctrica.

Como vemos, el avance de la geotermia ha tenido un auge tremendo en los países del mundo que cuentan con manifestaciones termales. Los problemas que se presentan en cada uno de los países en donde la geotermia es ya una realidad, varían debido a las diferencias climatológicas, de vegetación, de suelos, de fauna y de condiciones ambientales. Pero en sí, los problemas de mayor consideración son:

1.- Necesidad de controlar los remanentes de agua, considerada como subproducto en el aprovechamiento geotermal, ya que es el vapor el que se viene aprovechando para la generación eléctrica.

- 2.- Control de elementos químicos contenidos en el agua remanente. Como lo trataremos más adelante, mencionaremos los más importantes, como el boro, cloro, dióxido de carbono, litio, arsénico, óxido de silicio, sulfuro de hidrógeno, etc.
- 3.- Generalmente en los campos geotérmicos se tienen -- problemas con la erosión de la tierra, debido a lo delesnable del terreno. Por lo que hay que considerar este problema para evitar deslaves o derrumbes en las instalaciones que se vayan a efectuar.
- 4.- Control sobre los contaminantes contenidos en los flujos de vapor, ya que aparte del sulfuro de hidrógeno pueden escapar al aire del medio ambiente compuestos de mercurio, arsénico o elementos radioactivos.
- 5.-Las molestias causadas por el ruido pueden ser perjudiciales para las personas que operen en una planta geotérmica o para las visitantes, pudiéndose tomar medidas de control.
- 6.- Control de la temperatura que tiene el agua remanente al salir del yacimiento y que corre por diversos sistemas hasta que pierde su alta temperatura.

Todos los países mencionados presentan en mayor o menor proporción los problemas antes expuestos, la solución o disposición que se tenga para resolverlos depende de la recopilación de datos y la interpretación que a éstos se dé. Por esto, no hay estudios generalizados para las zonas geotérmicas, ya que inclusive en una misma zona se tienen variaciones de pozo a pozo, además de diferencias en cuanto a vegetación, suelos, etc. No es lo mismo comparar geográficamente una zona como Estados Unidos, Japón, Chile o México.

Al hacer una recopilación total de datos de una zona geotérmica en exploración, se tendrá mayor información para la geotermia en general, en bases como la producción, la economía, la afectación, etc. Para lograr un mayor enriquecimiento de conocimientos para beneficio de la humanidad en su lucha por buscar nuevas fuentes de energía.

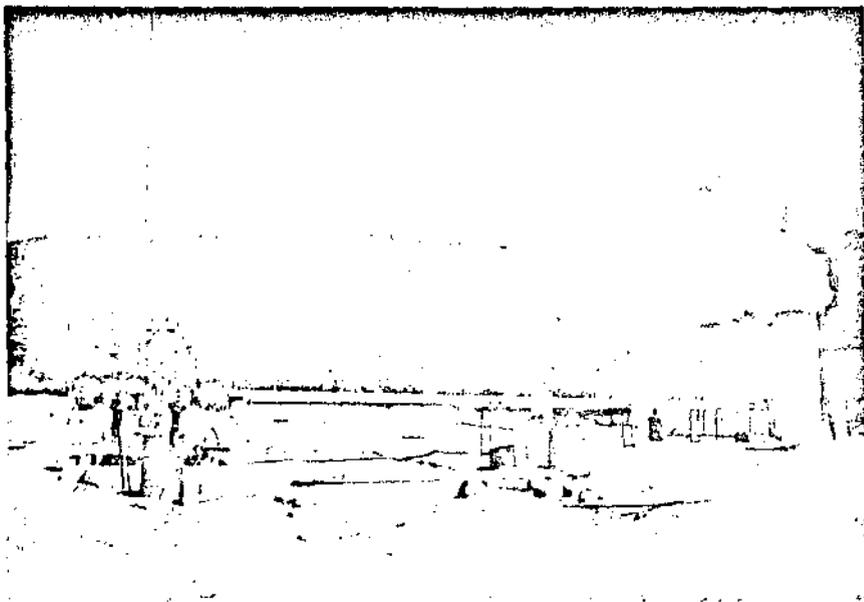


Foto N° 1 .- Esta fotografía nos muestra la instalación de los elementos necesarios para la prueba y medición de los pozos perforados. Como en el caso del pozo PR-2 en La Primavera, Jal.

IV.- GENERALIDADES.

4.1.- Localización y Extensión.

La Primavera es un macizo montañoso, ubicado al Poniente de la Ciudad de Guadalajara, con una extensión territorial de aproximadamente 37,000 Ha.

Los límites de la zona están determinados muy claramente, de la siguiente manera: al Norte y Noreste limita con la carretera Guadalajara - Colima - Barra de Navidad; al Sur con el Valle de San Isidro Mazatepec; al Oeste con el Valle de Ameca; y al Noroeste con la carretera a Puerto Vallarta. Anexo 1.

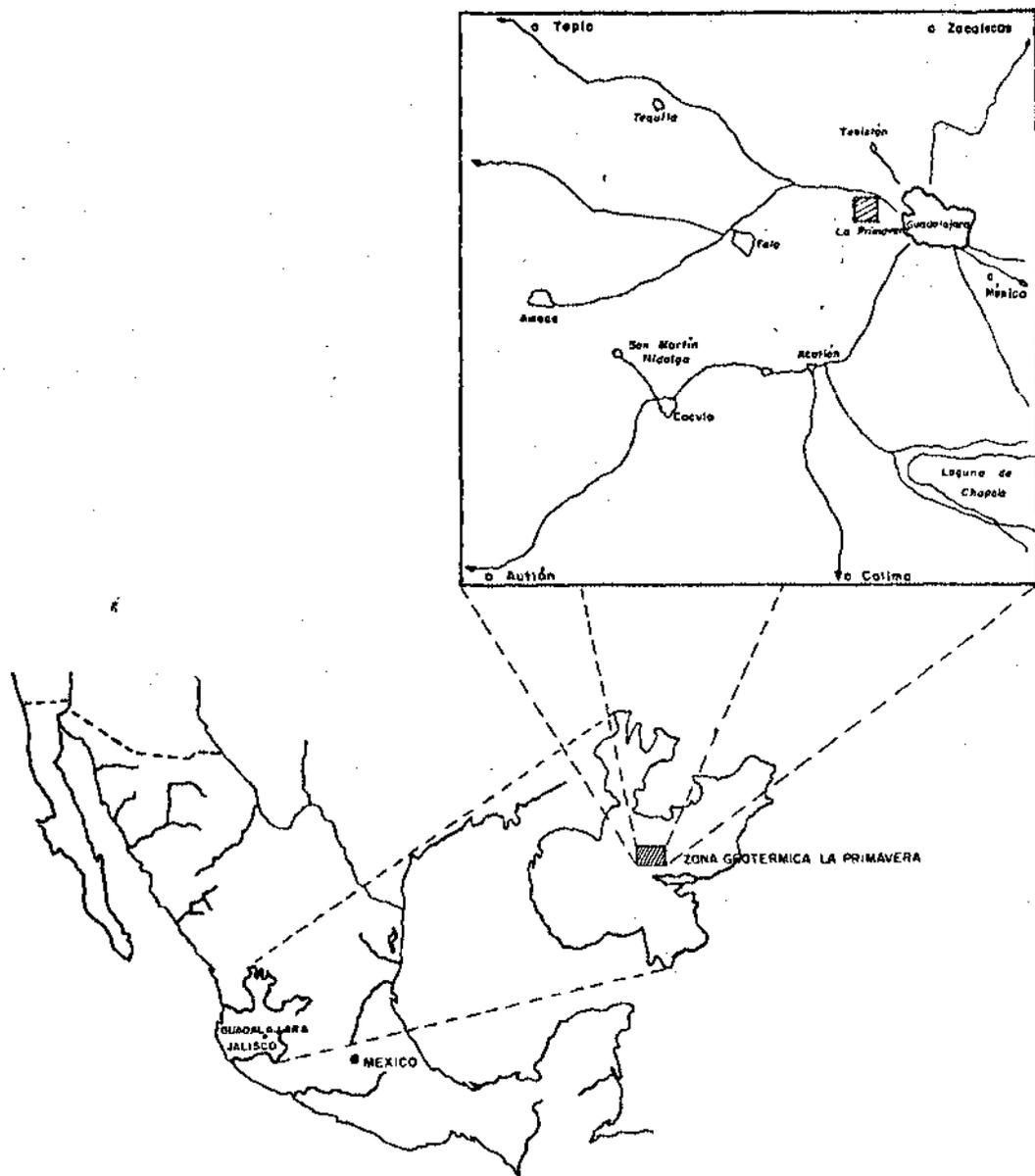
Existe un camino (carretera en construcción, -- ahora suspendida), que conduce de Santana Tepetitlán a San Isidro Mazatepec, y que atraviesa la parte central del macizo.

La Sierra de La Primavera es la única zona boscosa, no explotable económicamente, cercana a Guadalajara. La topografía existente en el área, se presenta en forma irregular, formando profundas cañadas que dan origen a una red hidrográfica compleja, llevando dichos arroyos agua únicamente en época de lluvias, a excepción de los arroyos del sistema Río Caliente.

Tomando en cuenta las pendientes de la zona, se pueden clasificar cuatro clases:

Clase 1, de 0 a 7%	7,534 ha.
Clase 2, de 7 a 15%	9,624 ha.
Clase 3, de 15 a 25%	3,536 ha.
Clase 4, más de 25%	16,638 ha.

PLANO DE LOCALIZACION



La mayor parte de la zona es clase 4, por lo que existen pocos lugares con pendientes propicias para desarrollar actividades que requieren terrenos más o menos planos.

4.2.- Orograffa.

Se considera orográficamente hablando a la Sierra de La Primavera, como una caldera emergente debido a intensas actividades volcánicas. Se calcula que la edad de los macizos montañosos más antiguos son de la etapa del terciario.

Los cerros el Pedernal, Planillas, Tajo Pelón y San Miguel, son domos que forman el anillo exterior de la caldera. Y estratigráficamente por la composición de la roca son los más recientes. Los cerros el Tule, Culebreado y Chapulín son los más antiguos.

Los rasgos estructurales más importantes que forman la caldera de La Primavera, son los que a continuación se mencionan:

a).- Mesa el Nejahuete compuesta de material riolítico con una elevación máxima de 2100 m.s.n.m. y con estructura alargada hacia el NW que forma el graben del mismo nombre.

b).- Un derrame de fisura compuesto de material pumítico provocado por una reactivación del graben antes mencionado.

c).- Un cráter de explosión de aproximadamente 1 Km de diámetro. Localizado en la intersección de dos estructuras con rumbo NW-SE (guben el Cráter) y NE-SW (guben Cerritos Colorados).



Foto N° 2 .- Lo accidentado del terreno, tal como lo muestra ésta fotografía, nos da una idea de la complejidad de la orografía en ésta sierra.

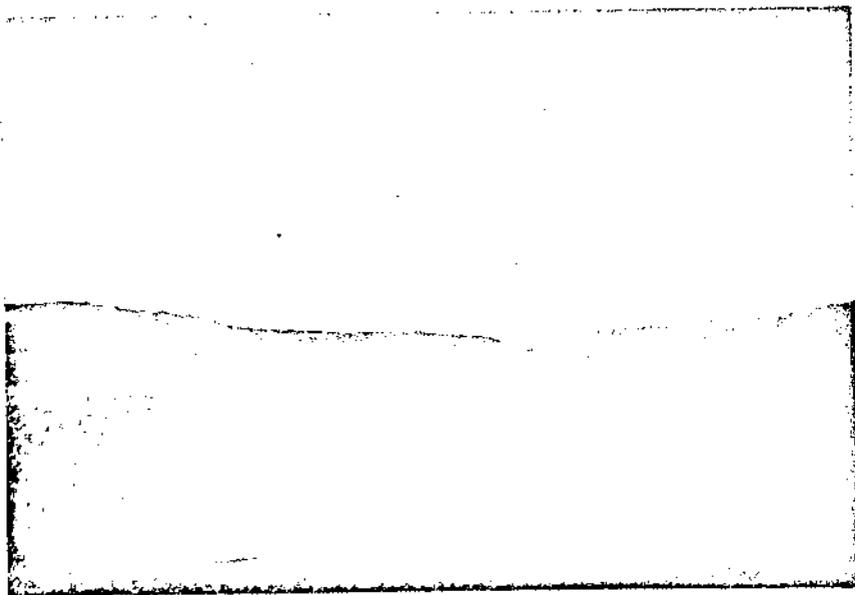


Foto N° 3 .- La compleja orografía se pierde al suroeste de la sierra, rumbo al valle de Tala, Jal.

En la parte Sur de la caldera se encuentran dos domos con el nombre de el Culebreado y el Tule. De composición riolítica y constituidos por un alto fracturamiento provocado por el colapso que originó la caldera. Anexo No. 2.

4.3.- Geología.

El área de La Primavera, geológicamente está compuesta por rocas volcánicas intermedias a ácidas que se formaron en el evento geológico de la formación de la caldera.

Las rocas intermedias están constituidas por rocas andesíticas de textura microlítica que afloran en la parte NW del área.

Las rocas ácidas las componen todos los domos riolíticos y derrames ignimbríticos que se encuentran en la parte central de la caldera, interconectados a éstos se encuentra un paquete de fragmentos piroclásticos -- producto de la última emisión de los domos, y posteriormente se formó un paquete de sedimentos lacustres depositados sobre un lago que existió después del colapso.

Haciendo una historia geológica estructural del área, la caldera se formó por estructuras antiguas provocadas por reflejos tectónicos del Eje Neovolcánico Mexicano y posiblemente esté conectado en la intersección de dos grandes estructuras regionales de los graben Tepic-Chapala y el graben de Colima. Estos provocaron un fracturamiento local de rumbos NW-SE y NE-SW, que dieron origen a un fracturamiento en diferentes di

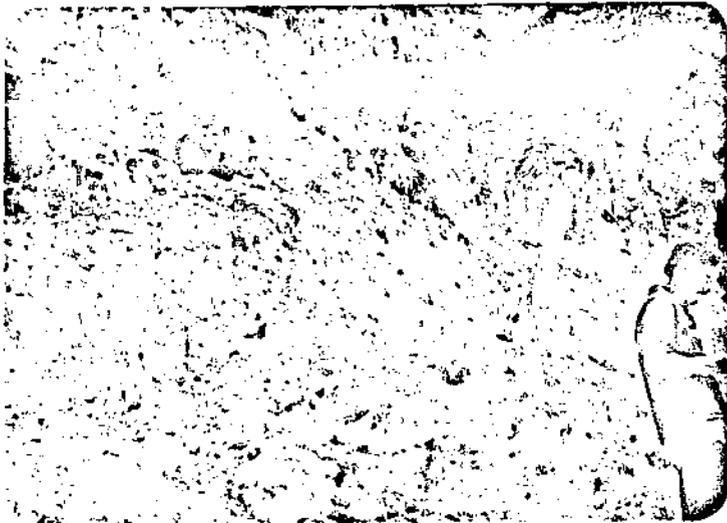


Foto N° 4 .- En las fallas principales, se denotan zonas de alteración bastante marcadas. Como en ésta fotografía tomada por el arroyo Canoas.

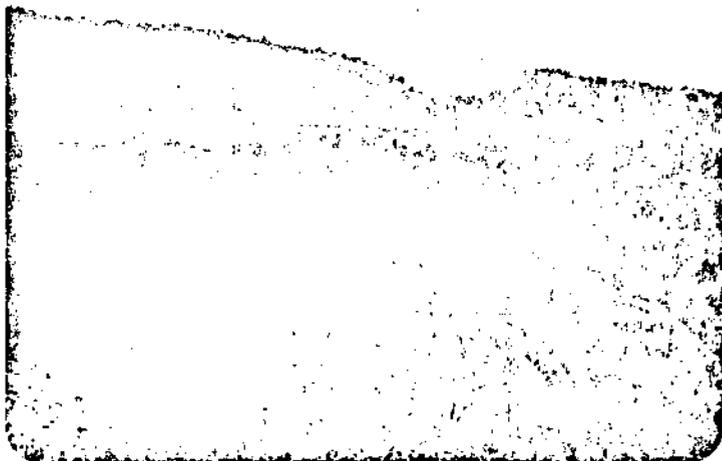
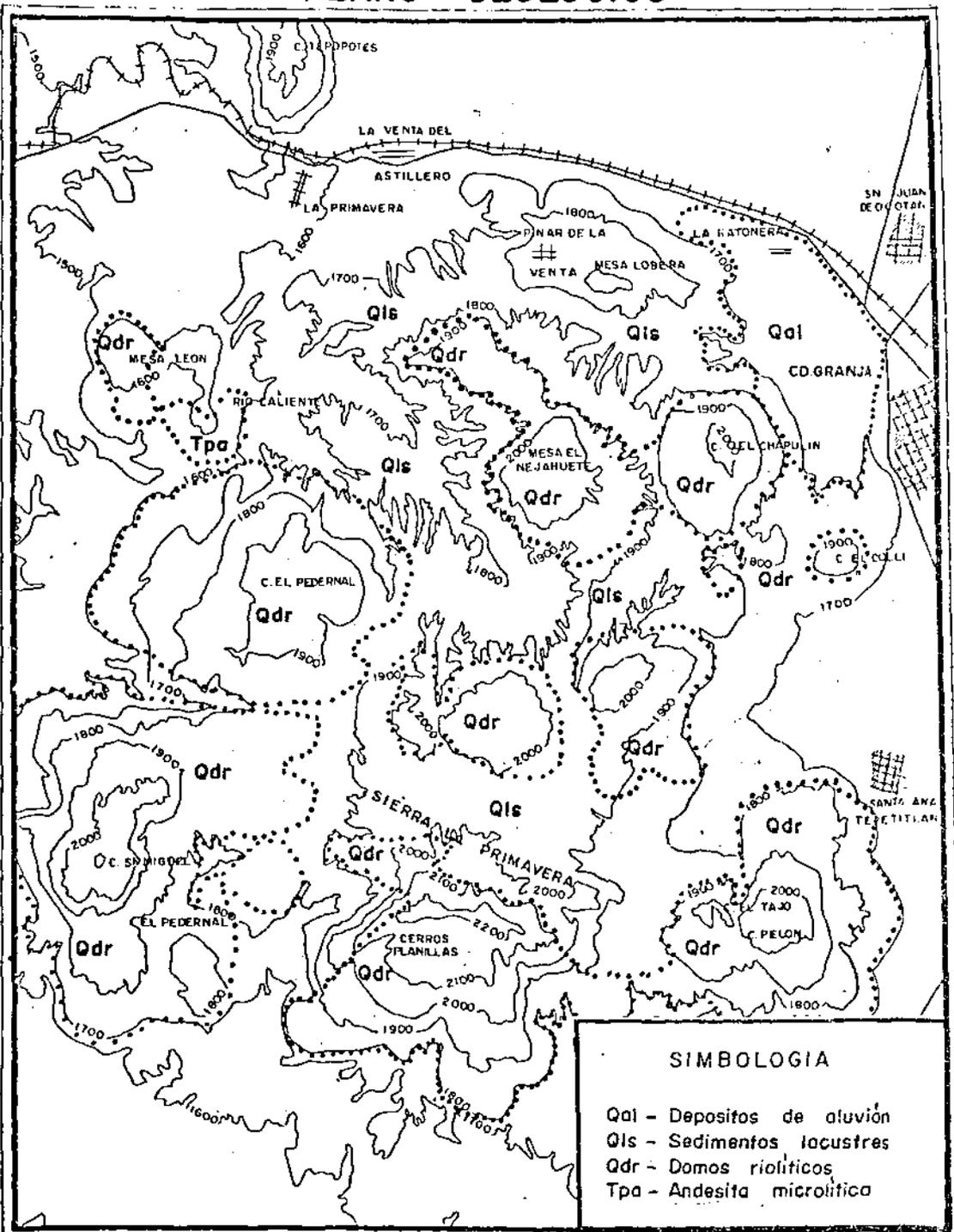


Foto N° 5 .- Los rasgos geológicos que sobresalen en ésta impresión, son típicos de una formación volcánica. Sobresaliendo los grabens, mesetas y domos riolíticos.

PLANO GEOLOGICO



recciones que debilitaron la zona de La Primavera que fueron los que ocasionaron el evento volcánológico de la caldera.

La estratigrafía aflorante en el área está compuesta de rocas que van de las más antiguas a las más recientes y que mencionamos a continuación:

Andesita Microfítica con espesor aproximado de - 20 m.

Toba Tala que aflora en el fondo de los arroyos en casi toda el área y tiene un espesor aproximado a los 50 m.

Derrames Riolíticos que componen la secuencia de los anillos interior y exterior de la caldera.

Sobreyaciendo a éstos se encuentran los sedimentos lacustres con un espesor de 30 m aproximadamente.

Depositos de Aluvi6n, material de acarreo y de erosión de las rocas adyacentes del área. Anexo 3.

4.4.- Hidrografía.

El área está compuesta por un drenaje natural de tipo radial y dendrítico, ocasionado por la erosión en las zonas débiles superficiales que se presentan en las partes sobre el curso de los arroyos de los domos y en las partes bajas o intermontanas.

Los arroyos principales que se encuentran sobre Arroyo el Caracol, con rumbo NW-SE, Arroyo Hondo con rumbo NE-SW y el Arroyo Cerritos Colorados que va de N a S, y otros que desembocan al arroyo el Caracol, -



Foto N° 6 .- Esta fotografía nos demuestra las condiciones de la erosión, a causa de las aguas provenientes de los ma nantiales termales de Río Caliente.

desarrollados sobre una topografía abrupta, presentan en su cauce una turbulencia en tiempo de lluvias por lo que se han labrado profundas cañadas.

Esta área está constituida como un parteaguas -- distribuyendo estas aguas hacia las cuencas al Oeste de Tala, al Norte y Este hacia el Río Santiago y sobre la parte Sur hacia el valle de San Isidro Mazatepec.

Cabe mencionar que en el extremo NW de la caldera se encuentra la continuación del Arroyo el Caracol que en ese lugar lleva el nombre de Río Caliente. Existiendo en él, manantiales de agua caliente (80°C), -- con existencia de flujo todo el año. A éste sistema se le adhieren dos arroyos de consideración, el Arroyo Verde y el Arroyo Agua Brava con las mismas características en cuanto a temperaturas que el anterior. Anexo 4.

4.5.- Climatología.

La Sierra de La Primavera está localizada con -- una longitud Oeste de los 103° 35' a 103° 28' y con -- una latitud Norte entre los 20° 37' y 20° 45'; calculándose un área de 37,000 ha. perteneciendo al grupo de climas templados y al subgrupo de climas semicálidos.

La temperatura media anual es de 18.86°C distribución de la siguiente manera todo el año: la temperatura media mensual en el mes más cálido es de 21.2 correspondiendo a Junio, y de 14.1 en el mes más frío -- perteneciéndole a Enero.

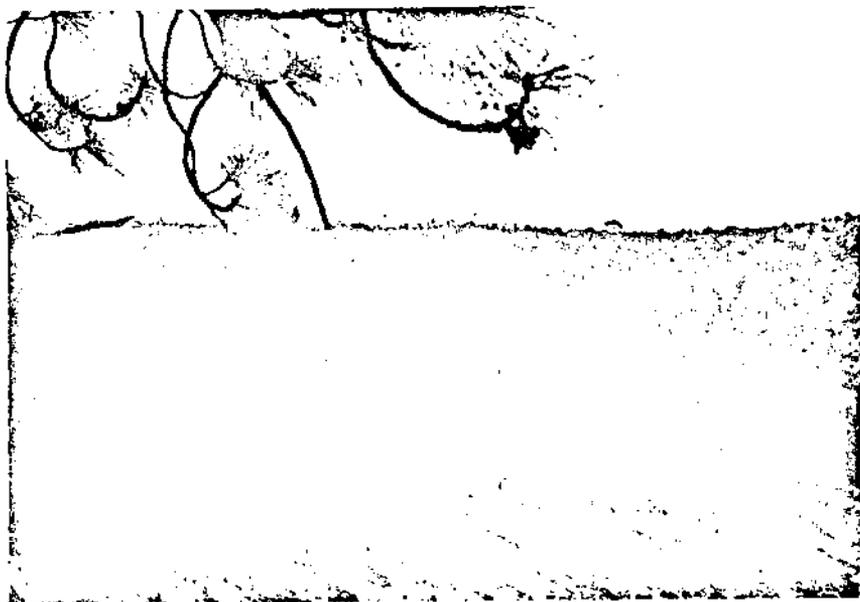


Foto N° 7 .- Aspecto típico de la vegetación de altura (2200 m.s.n.m.) en los climas semicálidos subhúmedos.- Dominando las especies de pino y encino.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Contando también con un promedio anual de precipitación de 7.10 mm en el mes de Abril y un máximo de 217.06 mm en el mes de Julio.

Los días despejados se presentan con más frecuencia en invierno y primavera, entre los meses de Octubre y Mayo.

Los vientos dominantes son del Suroeste en los meses de Noviembre a Junio, y por lo general débiles. De Julio a Septiembre los vientos son del Noroeste y tienen el mismo grado de intensidad.

Este clima semicálido subhúmedo se localiza principalmente en el centro del estado, en parte de los siguientes municipios: Guadalajara, Zapópan, Zapotlanejo, Atotonilco el Alto y Tecolotlán, extendiéndose a la zona Sur de la entidad. Anexo 5.

4.6.- Suelos (Edafología).

La topografía de la subprovincia de Guadalajara, a la que pertenecen los municipios de Antonio Escobedo, El Arenal, Guadalajara y Zapópan; parte de los municipios de Ahualulco del Mercado, Amatitán, Etzatlán, Hostotipaquillo, Magdalena, San Marcos, Tala, Tequila, Teuchitlán, Tlaquepaque y Tonalá; denotan ocho tipos predominantes de suelos: Feozem háplico, Feozem lúvico, Regosol eutrítico, Cambisol eutrítico, Luvisol crómico, Luvisol vértico, Vertisol pélico y Litosol; todos de origen residual y descansando sobre rocas ígneas.- Anexo 6.

En el área de La Primavera se distinguen los siguientes tipos de suelos y sus porcentajes :

Unidad de Suelo	Ha.	%
Litosol	32,546	87.2
Feozem	3,160	8.5
Regosol	1,354	3.9
Luvisol	80	0.2
Vertisol	44	0.1
Cambisol	40	0.1
	<hr/>	<hr/>
	37,332	100.0

Litosol.- Es una unidad de suelo que se caracteriza por tener una profundidad efectiva máxima de 0.10 m, lo cuál lo hace inútil para la agricultura. En su mayoría, los litosoles de la zona presentan texturas -- gruesas.

Feozem.- Presenta una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes.

Regosol.- No presenta capas horizontales y se parece a la roca de origen.

Luvisol.- Presenta enriquecimiento de arcilla en el subsuelo y es de color ladrillo o amarillento.

Vertisol.- Suelos muy arcillosos de color negro o gris muy oscuro; son pegajosos cuando están húmedos y muy duros y macizos en épocas de sequía, presentando grandes grietas.

Cambisol.- De fertilidad moderada, que se desarrolla bajo climas templados y semicálidos, de origen residual y que se asienta sobre roca ígnea extrusiva ácida.

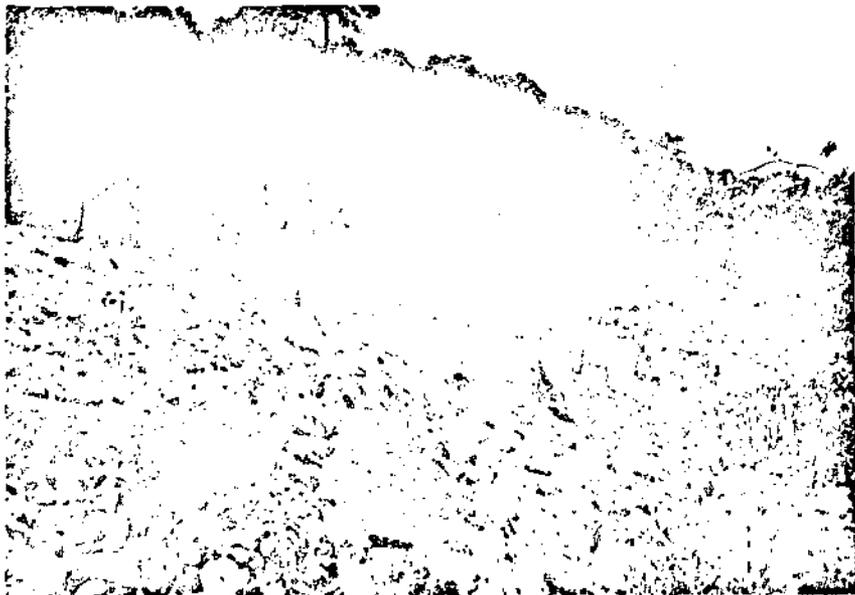


Foto N° 8 .- La diferente conformación de la vegetación, nos denota por lo general la diversidad de suelos en un área.

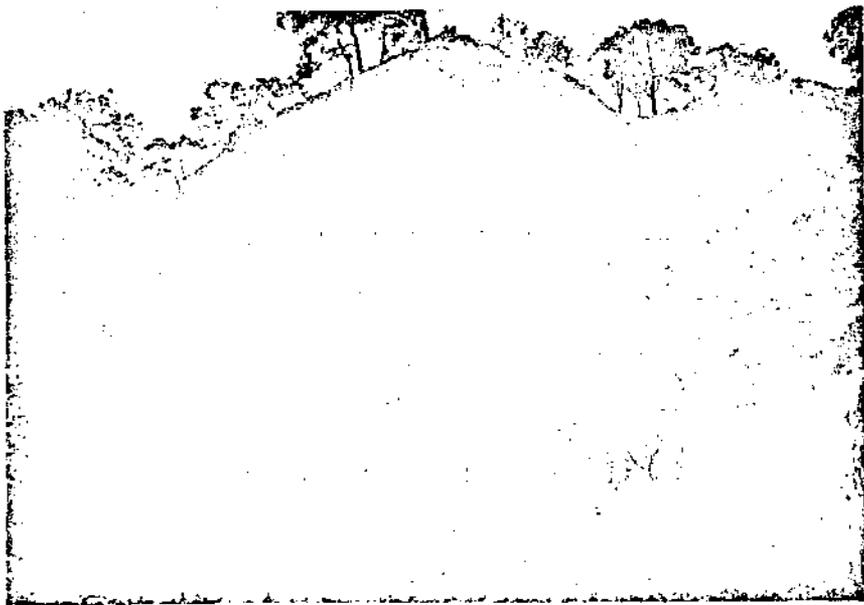
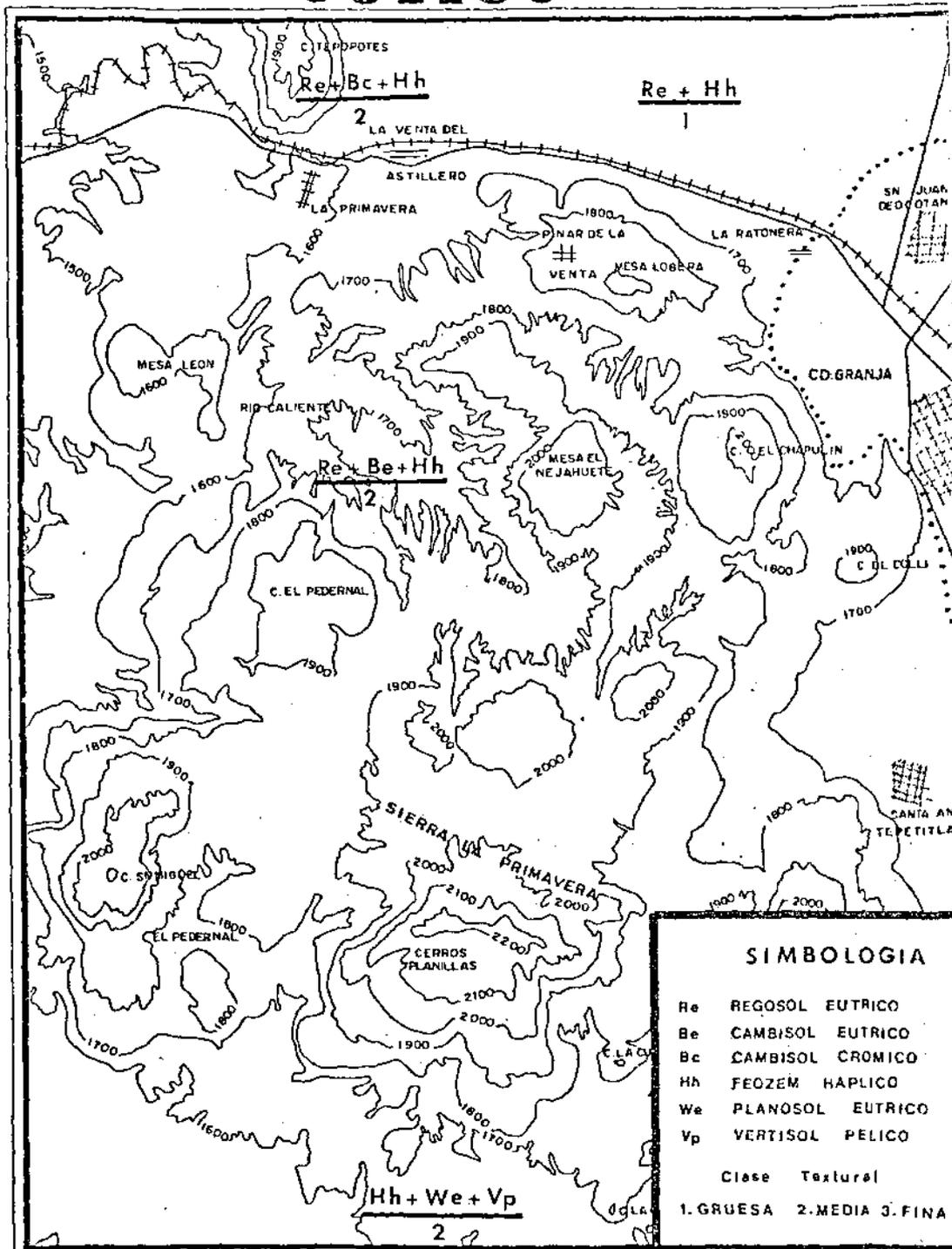


Foto N° 9 .- La erosión de los suelos es palpable en la mayor parte de la sierra. Debido principalmente a la configuración tan abrupta del terreno.

SUELOS

18-B



En general, el proceso erosivo existente en la zona es bastante severo; se presenta en forma de zanjas y como erosión laminar. También se observan fenómenos de reptación del suelo. El agente erosivo es el agua y su acción enérgica se debe a las siguientes causas:

- a).- Topografía accidentada
- b).- Suelos delgados
- c).- Desforestación intensa, lo que ocasiona que existan pocos detritus vegetales que protejan al suelo de la erosión pluvial y fluvial.
- d).- Temporada de lluvias bien definida, con ocurrencia de lluvias torrenciales.
- e).- Afloramiento de rocas porosas con poca cohesión y poca resistencia a la erosión hídrica.

4.7.- Clases de uso potencial y parámetros que las definen.

Es necesario establecer clases de uso potencial para denotar las condiciones de núcleos urbanos y/o recreativos. Las clases de uso potencial que se definieron son :

- 1.- Uso potencial urbano - habitacional
- 2.- Uso potencial urbano - recreativo
- 3.- Uso potencial recreativo
- 4.- Uso potencial agropecuario

1.- Uso potencial Urbano - Habitacional.

Este uso se refiere a las áreas en las que potencialmente se pueden desarrollar zonas urbanas unifamiliares y sus servicios.

Para esta clase, igual que para la siguiente, se vió la conveniencia de dividir el área en dos subclases.

a).- Urbano - Habitacional sin restricciones.- Se refiere a aquellas áreas que cumplan totalmente con los parámetros establecidos.

b).- Urbano - Habitacional con restricciones.- Son aquellas en las que escasea el agua, o es difícil obtenerla. Además de deficiencia en servicios públicos y en obras de infraestructura.

2.- Uso potencial urbano - recreativo.

Cuando un terreno ofrece posibilidades de desarrollo de zonas turísticas de uso intensivo, como Hoteles, campos deportivos, restaurantes, auditorios, cabañas -- etc.

Al igual que la clase anterior, se divide en dos subclases:

a).- Urbano - Recreativo con servicios.- Serán las áreas que cumplan ampliamente con los parámetros restrictivos establecidos. Pudiendo establecer: Hoteles, clínicas de salud, parques infantiles, zoológicos, campos de trailers etc. ya que se puede contar con agua potable, energía eléctrica, drenaje, etc.

b).- Urbano - Recreativo sin servicios.- En estas áreas se puede construir: albergues, cabañas, mesas y otros - servicios más rústicos.

3.- Uso potencial - recreativo.

Son aquellas que por sus características físicas, ecológicas y estéticas pueden ser empleadas para esparcimiento y recreación en forma dispersa.

4.- Uso potencial - agropecuario.

Son aquellas zonas que por sus características físicas, pueden ser explotadas con fines agrícolas y/o pecuarios.

Areas obtenidas en cada una de las clases y sub-clases:

Urbano - Habitacional sin restricciones	1,340 ha
Urbano - Habitacional con restricciones	2,268 ha
Urbano - Recreativo con servicios	1,348 ha
Urbano - Recreativo sin servicios	2,204 ha
Recreativo	32,848 ha
Agrícola	2,200 ha

V.- MATERIALES Y METODOS.

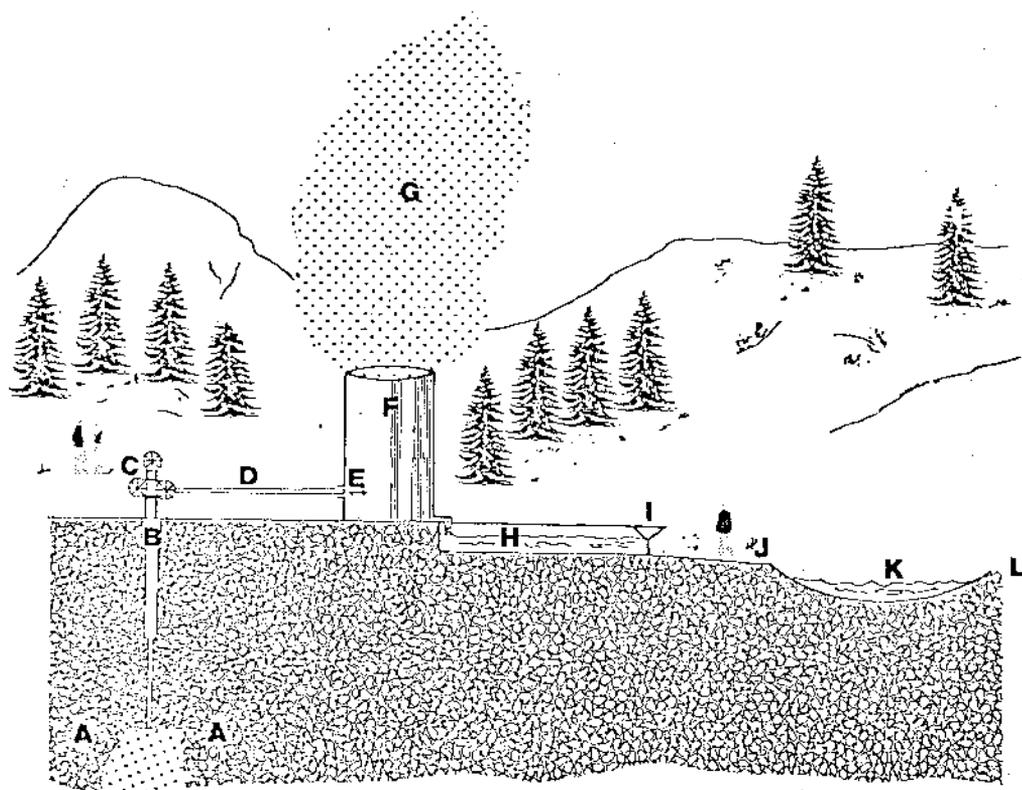
5.1.- Que es la geotermia

La Geotermia (Geo-Tierra, Termos-Temperatura) es una forma de aprovechamiento del calor natural de ciertas zonas, para la producción de energía. - Estas zonas se caracterizan en la superficie por manifestaciones termalés como manantiales y fumarolas. Estas manifestaciones se presentan debido a que en éstas zonas encontramos temperaturas internas hasta de 300°C a una profundidad de no más de los 2,500 m. Al contacto del agua de los acuíferos subterráneos con la roca caliente, se producen zonas o cavidades con grandes cantidades de vapor a considerables presiones. Las manifestaciones en la superficie son nada más escapes que por el fracturamiento de las rocas del yacimiento llegan a observarse.

En la Geotermia se aprovechan todas estas condiciones con ayuda de otros estudios como: geológicos, geoquímicos, geofísicos y de perforación para conocer al máximo el potencial de una zona determinada.

Una vez terminada la perforación, encontrando las condiciones favorables para una buena producción de vapor, se procede a dejar fluir la mezcla vapor-agua del pozo. Este vapor viene mezclado con agua debido a los aportes de acuíferos subterráneos. A su vez, esta mezcla vapor-agua contiene en mayor o menor cantidad, elementos químicos que afectan en cierta forma la flora existente en el área del flujo de los pozos en producción. Fig. N° 1.

LA PRODUCCION GEOTERMAL



- A. - YACIMIENTO
- B. - DIAMETRO DE TUBERIA EN EL POZO
- C. - ARBOL DE VALVULAS
- D. - TUBERIA DE DESCARGA
- E. - SALIDA DE LA MEZCLA VAPOR-AGUA
- F. - TANQUE SEPARADOR-SILENCIADOR
- G. - VAPOR A LA ATMOSFERA
- H. - AGUA SEPARADA
- I. - VERTEDOR
- J. - CANALETA CON INCLINACION
- K. - PRESA DE SEDIMENTACION
- L. - AGUA AL DREN SUPERFICIAL

FIGURA N° 1.

La finalidad de este estudio es para evaluar y remediar dichas afectaciones a la flora forestal.

5.2.- La geotermia en México.

Debido a los avances técnicos en todos los aspectos y buscando siempre aprovechar los recursos naturales tradicionales, la Comisión Federal de Electricidad inició los primeros estudios de ésta fuente de energía diferente.

Todo esto, con la confianza de la feliz experiencia que desde hacía unos 40 años se venía logrando en Larderello, Italia. Fue hasta el año de 1955 cuando se iniciaron sistemáticamente una serie de exploraciones en la parte central del país a lo largo de la península de Baja California.

Para 1973, después de detalladas investigaciones, estudios técnicos e ininterrumpido esfuerzo, se construyó la Central Geotermoeléctrica de Cerro Prieto en Mexicali, Baja California.

La experiencia obtenida con esta planta ha mostrado los beneficios que representa la utilización de la energía geotérmica para la generación de electricidad, con la ventaja además, de que permite desarrollar los procesos de operación sin necesidad de consumir hidrocarburos - energético no renovable.

Por otro lado, se desarrolla la ingeniería para la construcción de una planta de recuperación de cloruro de potasio, a partir de la salmuera remanente de la generación eléctrica y como producto marginal de la misma. Dicha planta en su primera fase -

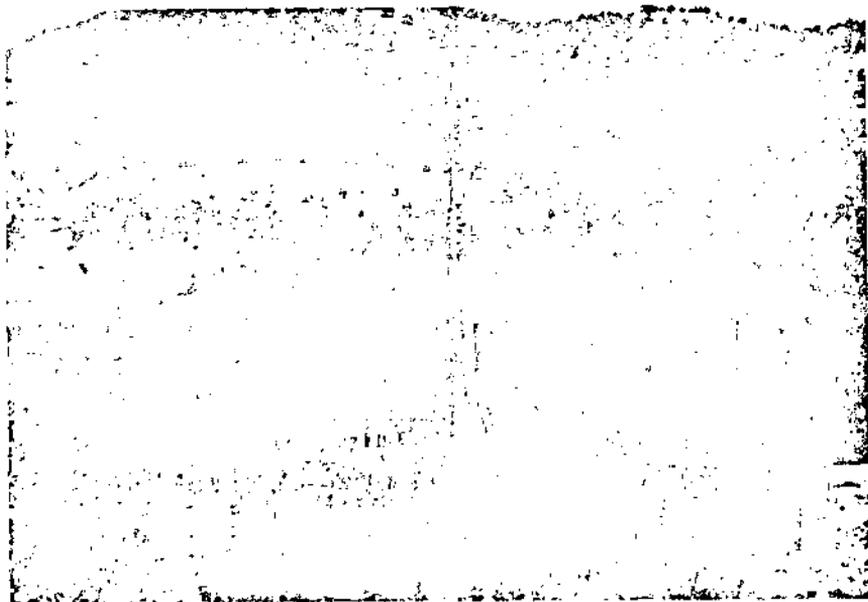


Foto N° 10 .- Montaje de un equipo de perforación en la zona de trabajo.



Foto N° 11 .- El objetivo de la producción geotérmica es el encontrar vapor para producir energía.

podrá producir suficiente cloruro de potasio para satisfacer el 70% de la demanda en México, que actualmente se cubre por importación. Con la realización de este proyecto, se resolverá también, en gran parte, el problema de disposición o desecho de la salmuera y se logrará un mayor aprovechamiento de los fluidos geotérmicos como un primer paso en la integración de un complejo industrial derivado de esta fuente de energía en ógena.

En la República Mexicana, existen más de 300 sitios termales, incrementándose día a día ese número de localizaciones. Actualmente se ha desarrollado el campo de "Cerro Prieto", en Baja California Nte.; "Los -- Azufres", en Michoacán; "La Primavera" en Jalisco; --- "Los Humeros", en Puebla y "Araró", en Michoacán.

Entre las zonas de mayor importancia, que actualmente son estudiadas para un posible desarrollo, podemos mencionar:

- 1.- Puroaquita y Comanjilla en Guanajuato.
- 2.- San Marcos, Villa Corona, Hervores de la Vega y -- Agua Caliente en Jalisco.
- 3.- Ixtlán de los Hervores y Los Negritos en Michoacán.
- 4.- La Ciénega y Agua Caliente en Sinaloa.
- 5.- El Chichonal en Chiapas.

Todas éstas zonas con un posible desarrollo geotérmico a gran escala, como el Campo Geotérmico de Mexicali, B.C. ya en operación y cuya generación acumulada al mes de Junio de 1980 fue de 4424 millones de KWH. Dicha

cifra, habría requerido de 8 millones de barriles de petróleo.

5.3.- Campo geotérmico de La Primavera, Jal.

En la zona conocida como "Sierra La Primavera", ubicada al Poniente de la Ciudad de Guadalajara, se realizaron estudios generales para determinar la existencia de una reserva geotérmica rentable.

Todos estos estudios geoquímicos, geofísicos y geológicos se llevaron a cabo en 1978, con el fin de localizar los sitios ideales para perforar.

Para el 4 de Enero de 1980, se empezaba a perforar el primer pozo con carácter de exploratorio, el pozo PR-1, se siguió perforando en diferentes áreas para determinar los límites del campo geotérmico, sucedieron al PR-1, el RC-1, PR-2, PR-4, Y PR-5; además de otras localizaciones que se perforarán en un futuro.

De las perforaciones efectuadas, buscando aportes geotermiales favorables, se han tenido resultados algo someros en cuanto a producción de vapor. Pero ya comienzan a presentarse los problemas comunes de los sistemas geotérmicos y que presentaremos más adelante.

Así pues, se ha ido avanzando poco a poco en la zona de La Primavera. Pero no podemos subestimar todo lo que se ha hecho en cuanto a estudios preliminares y en el desarrollo en sí. La pauta a seguir nos la marcará el avance de la perforación y el comportamiento del campo geotérmico.

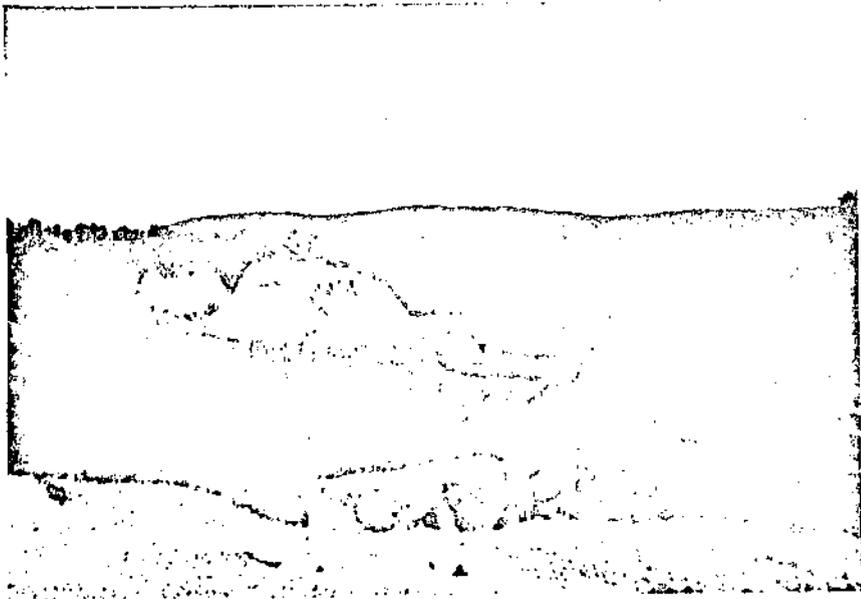


Foto N° 12.- Caminos de acceso a la zona de trabajo. Nótese los cortes que se hicieron para la creación de dichas obras.

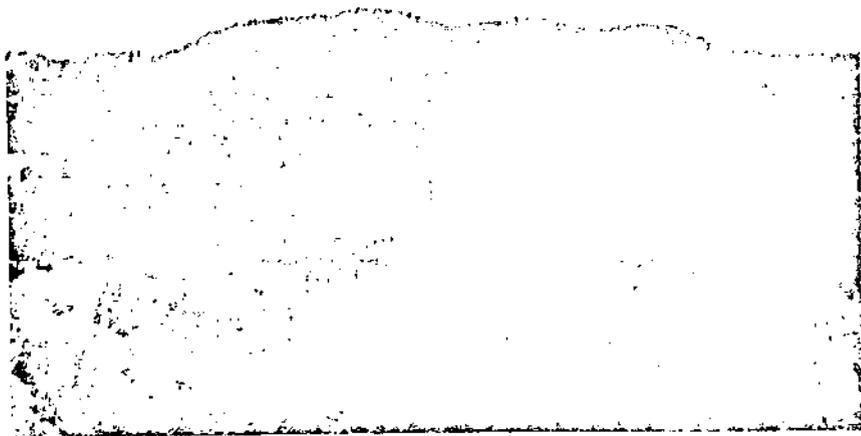


Foto N° 13.- Las perforaciones efectuadas en el campo geotérmico de La Primavera, están localizadas en la parte central de la mis ma.

5.4.- Características del estudio.

Por las condiciones de la geotermia en México, el estudio del cuál tratamos tiene que investigarse a fondo, recopilando la mayor información posible, - realizar las pruebas o muestreos que sean necesarios, para sacar los mayores provechos en beneficio de la conservación ecológica en un sistema determinado.

Es necesario llevar a cabo estudios de geología, geoquímica, geofísica, de perforación y de evaluación de yacimientos, para explotar una zona geotérmica totalmente. En base a éstas ciencias, se deben encaminar los estudios que se vayan a efectuar para desarrollar éste trabajo. Además de incluir la ecología y la agronomía como control de dichas zonas geotérmicas.

La mayoría de los datos para desarrollar éste estudio los tenemos que obtener en el campo. Tal es el caso de muestreos y pruebas especiales que deberán de efectuarse en los puntos previstos para cada caso en particular.

5.5.- Materiales Usados.

Los materiales usados en éste estudio fueron - escogidos previamente a los avances del programa. - Fueron mayores las necesidades para el área de reforestación, ya que para el control de la contaminación se necesitaron artículos especiales que la Comisión Federal de Electricidad utiliza en todos los pozos en exploración. En lo concerniente a los estudios y pruebas de reforestación se utilizaron los - materiales siguientes:

- 1.- Tres ayudantes
- 2.- Trescientos eucaliptos y doscientas casuarinas
- 3.- Cavañoyos, palas, picos, barra, cubetas, carretilias, tambos vacíos de 200 lts, rastrillos.
- 4.- Tierra con materia orgánica.

En cuanto al control de la contaminación en la zona de trabajo, se utilizaron los siguientes materiales:

- 1.- Sacos de 25 Kgs. de Cal
- 2.- Bolsas de polietileno para muestras de suelo
- 3.- Botellas de plástico de 1 lt para muestreo de aguas y residuos de perforación.

5.6.- Metodología aplicada.

Conociendo las condiciones generales en cuanto al aprovechamiento del vapor geotérmico para producir energía, denotamos los problemas que surgen al explotar éste recurso.

Por lo que se procedió a tomar muestras de suelo en diversos puntos en los lugares representativos con alguna característica especial. Se recolectaron en bolsas de polietileno, con aproximadamente 1 Kg. de peso. Tratando de que el suelo recolectado conservara las mismas características, en cuanto a textura, humedad y consistencia, al ponerse en las bolsas muestreadoras.

En cuanto al muestreo de aguas dulces y geotérmicas, se captaron en recipientes de plástico de 1-lt. Tratando siempre al tomar una muestra, de enjuagar perfectamente bien el recipiente, con el agua -

que se fuera a muestrear. Esto se hace, para evitar que los resultados cambien debido a algún contenido no identificado (polvo, residuos de plástico, etc.) en las botellas para muestrear.

En cuanto a la reforestación en el área y con los géneros arbustivos que se consiguieron (40 a - 45 cm) se trató de planear lo siguiente:

- 1°.- Como el trasplante se realizó fuera de la época de lluvias, fue necesario el proporcionarles varios riegos de auxilio. Por lo que habría que realizar el trasplante donde se les pudiera proporcionar el agua.
- 2°.- Fueron plantados en los lugares más accesibles dentro del área de los pozos productores. Como hay ciertas partes muy abruptas, se trasplantaron al azar, pero cuidando siempre no obstaculizar su probable desarrollo.
- 3°.- En las partes naturales planas y en la parte plana de la plataforma donde se ubican los pozos, se trasplantaron en hileras dobles y triples. Esto con el propósito de comparar más fácilmente los avances de crecimiento. Además de permitir una selección en caso de dejarles mayor espacio a futuro.
- 4°.- Administrarles una porción considerable de tierra con contenidos de materia orgánica para proporcionarles mayor número de nutrientes que la tierra de la zona.

5.7.- Muestreo de Suelos.

Para evaluar y analizar las afectaciones en las zonas de mayor interés, se llevaron a cabo varios trabajos con el propósito de conocer y considerar la magnitud de dichas afectaciones sobre la flora forestal.

En base a éste cambio en la ecología forestal, se decidió tomar muestras de suelo a profundidades de 30 a 60 cms. Para conocer la concentración e infiltración de los elementos contenidos en el flujo de los pozos y en las aguas ya separadas.

Por los datos que se querían obtener, los análisis de las muestras se efectuaron en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Según resultados, observamos que la constitución general del suelo en el que se establece la vegetación es arenoso, de textura gruesa. El contenido de materia orgánica en su mayoría de las muestras es extremadamente pobre, se puede decir que en toda la zona del bosque de La Primavera los suelos son bastante pobres en cuanto a materia orgánica se refiere. La materia orgánica proporciona al suelo un color café oscuro, a diferencia de los suelos del área que tienen un color blanquecino.

Así pues, tenemos suelos no salinos y ligeramente salinos en la mayoría de las muestras recolectadas. Suelos en los que ésta clasificación prosperan la mayoría de los cultivos, pero se restringen los rendimientos de los poco tolerantes a la sal como la soya, los cítricos, etc.

De las muestras de suelos recolectados, se nota un incremento en cuanto a contenido de elementos minerales. De los cuales el ión Color (Cl^-) y el ión Bicarbonato (HCO_3) son los más representativos.

Esto nos indica que todos los minerales contenidos en el agua se van sedimentando a lo largo del trayecto infiltrándose poco a poco. (A continuación se presentan los siguientes análisis de laboratorio, anexos 7 y 8).

5.8.- Muestreo de aguas dulces y geotérmicas.

Es interesante hacer una comparación en cuanto a las aguas que tenemos como desecho geotérmico y aguas de otras fuentes, para comparar el contenido de elementos minerales en ellas. Ya que como lo mencionamos anteriormente, la depositación y la absorción de ciertos minerales contenidos en los flujos geotérmicos, son los causantes de la alteración fenotípica en la flora forestal.

Es notable el incremento en partes por millón (p.p.m.) de ciertos minerales contenidos en las aguas geotérmicas (aguas de profundidad), a comparación de las aguas de pozos, norias y manantiales (aguas freáticas). Principalmente en Sodio (Na), Potasio (K), Litio (Li), - Bióxido de Silicio (SiO_2), Cloruros (Cl), Sulfatos (SO_4) Bicarbonatos (HCO_3), Carbonatos (CO_3), Boro (B) y en conductividad.

Sulfatos, Cloro y Sodio.

El riego con aguas que contengan altas concentraciones de Sodio, Cloro y Sulfatos se ha complicado porque se ha visto que el Boro, y más recientemente el Litio, son sumamente tóxicos si se contienen en las aguas

LABORATORIO CENTRAL DE DDRYD

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

ESTUDIO Completo POZO(S) 1 - " E "
 UNIDAD FECHA 13 de Abril de 1981
 PARCELA(S) " La Primavera "

				UNIDADES	METODO
Profundidad	0-30			cm.	
Saturación	40.0			%	
Densidad Aparente				g/cm ³	Paralina
Capacidad de Campo				%	Olio de Presión
P. M. P.				%	Membrana
Agua Aprovechable					
Análisis Mecánico					
Arena	73.63			%	Bouyoucos
Arcilla	11.81			"	"
Limo	14.56			"	"
Textura	M.A.			"	"
Análisis en Extracto					
pH	8.08				Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	2.50			m-mhos/cm.	Solu-Bridge
Ca. Soluble	1.40			me./l	ED.T.A.
Mg. " "	0.60			"	"
Na. " "				"	Fiamómetro
K. " "	23.00			"	"
Materia Orgánica	0.230			%	Walkey-Black
Nitrógeno Total	0.0135			ppm	Kjeldahl
Fósforo Aprovechable				"	Bray-1
Potasio Asimilable				"	Fiamómetro
NO ₃	N Bajo				
Ca. Intercambiable	P ALTO			me/100 g	ED.T.A.
Mg. " "	X Medio Alto			"	"
Na. " "				"	Fiamómetro
C. I. C. T.				"	Acetato
PSI	24.62				
Cl-	18.94			me./l	Ag NO ₃
HCO ₃ -	0.60			"	H ₂ SO ₄
CO ₃ =	0.10			"	H ₂ SO ₄
SO ₄ =	5.36			"	Gravimétrico

LABORATORIO CENTRAL DE DDRYO

CUADRO DE CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO

ESTUDIO Completo
 UNIDAD
 PARCELA(S) "La Primavera"

POZO(S) 6 - " J "
 FECHA 13 de Abril de 1981

							UNIDADES	METODO
Profundidad	0-30						cm.	
Saturación	50.0						%	
Densidad Aparente							g/cm ³ .	Parafina
Capacidad de Campo							%	Olla de Presión
P. M. P.							%	Membrana
Agua Aprovechable								
Análisis Mecánico								
Arena	29.63						%	Bouyoucos
Arcilla	27.81						"	"
Limo	42.56						"	"
Textura	F						"	"
Análisis en Extracto								
pH	7.00							Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	1.10						m-mhos/cm.	Solu-Bridge
Ca. Soluble	6.00						me./l	ED.T.A.
Mg. " "	1.80						"	"
Na. " "							"	Flamómetro
K. " "	3.20						"	"
Materia Orgánica	1.076						%	Walkey-Black
Nitrógeno Total	0.611						ppm	Kjeldahl
Fósforo Aprovechable							"	Bray-1
Potasio Asimilable							"	Flamómetro
NO ₃	N. Bajo							
Ca. Intercambiable	P. Alto						me/100 g	ED.T.A.
Mg. " "	K Medio Alto						"	"
Na. " "							"	Flamómetro
C. I. C. T.							"	Acetato
PSI	0.94							
Cl-	2.63						me./l	Ag NO ₃
HCO ₃ -	0.65						"	H ₂ SO ₄
CO ₃ =	0.20						"	H ₂ SO ₄
SO ₄ =	7.52						"	Gravimétrico

de riego en cantidades de 0.5 y 0.05 p.p.m., respectivamente.

Los síntomas de exceso de Cloro y Sodio varían -- según el contenido en los suelos y/o en el agua de -- riego. El exceso de Cloro tiene como característica -- general un bronceado de las hojas y el de Sodio origi -- na quemaduras. Agravándose directamente proporcional -- a temperaturas más elevadas y a mayor intensidad lumi -- nosa. El exceso de concentración salina puede ocasio -- nar defoliación importante, desecación de puntas de -- ramas e incluso la muerte de los árboles. Los síntoma -- s del exceso de Sodio se aprecian por la aparición -- de zonas necrosadas en puntas, bordes y zonas interve -- nales, pero claramente separadas de un modo preciso.

Ciertas especies arbustivas, al ser regados por -- aspersión o en forma de riego normal, puede absorber -- dosis tóxicas de Cloro y Sodio. Por ejemplo, aguas -- con 70 p.p.m. de Sodio pueden resultar fitotóxicas. -- Ahora bien, los síntomas fitotóxicos son los mismos -- ya se haga la absorción salina por el suelo que por -- las hojas. La absorción foliar de cloruros está marca -- damente influenciada por la abertura de los estomas y -- por el poder mojante del líquido. En conclusión, las -- quemaduras en las hojas y la defoliación por el exce -- so de cloruros y de sodio están directamente relacio -- nadas con la temperatura elevada, baja humedad y cali -- dad del agua.

Contenidos en p.p.m.

		Bajo	Normal	Agua Geotérmica
Sulfatos	(SO ₄)	0.5 a 1.5	2.0 a 5.0	50 a 67
Cloro	(Cl)	1.5 a 3.5	4.0 a 15.0	780 a 880
Sodio	(Na)	5.0 a 14.0	15.0 a 40.0	550 a 770

Potasio:

El Potasio es un macroelemento esencial para las plantas, pero su función en las mismas no se conoce perfectamente. Se encuentra principalmente en forma de sales inorgánicas solubles y en pequeña proporción como sales de ácidos orgánicos, pero a diferencia de los demás macroelementos no interviene en la constitución de los componentes esenciales de las plantas, como clorofila, hidratos de carbono, grasas y proteínas.

El ión potásico es, generalmente el más abundante catión monovalente en el citoplasma y ejerce una gran influencia en la permeabilidad de las membranas celulares, en la hidratación de los tejidos, etc. Interviene en la economía hídrica de la planta, regulando su absorción y su pérdida por transpiración.

La influencia de un exceso de Potasio entorpece la absorción de nitrógeno, magnesio, calcio y zinc. Como primer síntoma de un exceso de potasio es quizá el retraso en el crecimiento, y cuando el exceso es grande puede haber defoliación y, menos frecuentemente hasta aparición de zonas necrosadas, como si se debiera a un exceso de sales solubles.

En suelos ricos en cal hay que tender a mantener niveles apropiados de potasio, magnesio y microelementos, pues el calcio disminuye la absorción de potasio y magnesio. El exceso de potasio es más fácil que se haga sentir en terrenos arenosos y faltos de cal.

Contenidos en p.p.m.:

	Bajo	Normal	Aguas Geotérmicas
Potasio (K)	0.5 a 2.0	2.5 a 8.5	80.0 a 130

Litio

Los síntomas de Litio recuerdan a la carencia de zinc. Las decoloraciones van acompañadas en los casos graves de necrosis marginales, pudiéndose producir igualmente defoliaciones, que empiezan por las hojas más viejas, que son las que más acumulan el litio. El contenido en litio de las hojas con sintomatología de exceso de éste elemento fue igual o superior a 12 p.p.m., y este valor lo toma Chopman (1960) como mínimo del nivel para el cual puede estimarse que el litio se encuentra en exceso. Ya en análisis efectuados a aguas de riego, el contenido de litio en zonas donde era manifiesto dicho exceso era de 0.75 y 0.8 p.p.m.

Entre las causas que pueden producir casos de fitotoxicidad por el litio figuran: a) acidificación de algunos suelos neutros o alcalinos; b) riegos con aguas que contenga litio; c) contaminación de los suelos y aguas por residuos industriales, y d) empleo de litio en muchos productos industriales.

En los casos de toxicidad por litio hay que ver si la causa es el agua, pues entonces hay que prescindir de ella. En los casos de exceso no se deben utilizar abonos acidificantes y se sugiere el empleo de enmiendas calizas en la medida de lo posible.

Contenido en p.p.m.:

	Bajo	Normal	Aguas Geotérmicas
Litio (Li)	0.75 a 0.01	0.1 a 0.5	7.2 a 11.0

Boro

El Boro en los suelos pueden tener una procedencia, dijéramos, mineral formando parte de las rocas, sedimentos marinos o de yacimientos, o un origen biológico, como materia orgánica procedente de residuos vegetales y animales. El boro forma el 3% de la turmalina, el principal mineral que se encuentra en los suelos conteniendo boro, pero por su muy escasa solubilidad está en forma prácticamente inasimilable. De los yacimientos se extrae en algunas partes del mundo, el bórax, mineral que puede aprovecharse para proveer de boro a las plantas por su mayor solubilidad.

La deficiencia de boro está ampliamente extendida en el mundo entero y afecta a muchos cultivos, y por esto resulta extraño que, fuera de las condiciones experimentales, solo se haya reconocido de una forma clara -- ciertas anomalías en zonas muy marcadas como Florida y Rodesia. Las formas de incorporarlo es por medio de -- aguas de riego, abonos orgánicos y fertilizantes inorgánicos o sintéticos. Cuando el contenido de boro en el agua es superior a 0.75 p.p.m., empiezan a manifestarse los síntomas de exceso de boro. (Resultados de análisis de laboratorio en los anexos 9 y 10).

Concentraciones en p.p.m.:

	Bajo	Normal	Aguas Geotérmicas
Boro (B)	0.8 a 0.1	0.1 a 7.0	100.0 a 128.0

Lugar de Muestreo: Guadalajara Jal.Zona: Mpio. de Zapopan.

FUENTES HIDROLOGICAS : TERMALES Y AGUAS DULCES

LUGAR O FECHA	P.M.	CONCENTRACIONES EN P.P.M.														COND.	H ₂ S	Tipo de Fuente - Especificación			
		Na	K	LI	Ca	Mg	Fe	Rb	Cs	As	SiO ₂	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃				CO ₂	B	F
Cañón de las Flores																					
23 - ABR. - 80	7.9	32.2	5.8	0.1	2.5	1.9	0.1				142	7.1	0.0	83	0.0	0.0	0.1			173	Pozo - Balneario
10 - OCT. - 80	7.9	33.3	4.2	0.4	2.4	2.9	0.0				113	4.3	0.0	76	0.0	3.5	0.0			150	Pozo - Balneario
La Primavera																					
5 - Sept. - 80	8.3	57.0	4.0	0.3	12.2	4.3					97.8	9.9	0.0	130	0.0	0.0	0.7			290	Pozo - Autódromo
5 - Sept. - 80	7.8	139	7.8	0.8	3.2	1.4	6.0				61.8	51	3.4	124	0.0	8.8	4.9			590	Manantial - Hotel Naturista
17 - Oct. - 80	7.7	92.2	5.8	0.8	5.4	1.4					134.1	32.5	5.4	148	0.0	5.3	3.6			410	Manantial - Mesa el León (2)
17 - Oct. - 80	7.8	180.5	7.9	0.9	5.6	2.9					102.5	63.8	14.3	27.6	0.0	10.5	6.8			770	Manantial - Mesa el León (1)
Sta. Anita																					
5 - Oct. - 80	7.2	18.8	0.8	0.1	4.9	1.9					89.9	4.3	0.4	36	0.0	3.5	0.0			124	Pozo - Club de Golf
9 - Oct. - 80	7.1	18.2	1.8	0.1	10.4	3.4					89.9	5.7	3.9	42	0.0	8.8	0.0			153	Noria
9 - Oct. - 80	7.5	24.0	0.3	0.0	5.6	1.0					78.3	5.7	1.3	42	0.0	3.5	0.1			126	Noria
5 - Nov. - 80	7.6	30.4	2.8	0.2	4.0	4.8					91.3	4.3	1.6	58	0.0	3.5	0.0			175	Pozo - Rancho "La Ordeno"
5 - Nov. - 80	7.9	30.4	0.8	0.1	2.4	1.4					94.3	4.3	0.4	62	0.0	1.8	0.1			144	Pozo - Rancho "La Capacho"
Pinar de la Venta																					
2 - Oct. - 80	7.4	132	6.7	0.5	8.8	2.4					83.9	7.1	5.2	32	0.0	5.3	0.0			142	Pozo - Club Cinegético
2 - Oct. - 80	6.9	172	2.8	0.2	4.0	1.9					91.3	4.3	1.8	32	0.0	8.8	0.0			11.0	Pozo - Pinar de La Venta
2 - Oct. - 80	7.1	18.8	2.8	0.3	5.6	1.4					56.9	7.1	2.0	33	0.0	7.0	0.0			121	Pozo - Rancho Contento
2 - Oct. - 80	7.1	17.4	1.6	0.1	2.4	1.4					50.0	4.3	0.9	28	0.0	5.3	0.0			95	Pozo - Escuela de Agricultura

MUESTREO: L. Oscar Aquino M.

Lugar de Muestreo: Guadaluajara Jal.Zona: Mpio. de Zapopan.CAMPO: La PrimaveraZONA: Las BarrancasFUENTE: Pozo PR-1PROFUNDIDAD: 1226 mts.

ANALISIS QUIMICO DE AGUAS DE MANANTIALES TERMALES O POZOS GEOTERMICOS

LUGAR 2 FECHA	P.M.	C O N C E N T R A C I O N E S E N P. P. M.																R E L A C I O N E S M O L E C U L A R E S												
		Na	K	Li	Ca	Mg	Fe	Rd	Cs	As	SO ₂	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NH ₃	B	COND.	Br	H ₂ S	Na/K	Na/Li	Na/Cl	Na/Rd	Cl/B	Cl/F	Cl/As	Cl/SO ₄	Cl/Cs	Cl/As
17-DIC-80	8.3	630	81	7.2							519	800	61	282	0.0	11	110					13	26		2.2			35		4
23-DIC-80	8.2	530	97	8.2							794	834	66	298	0.0	9.1	118					11	23		2.1			34		4
14-ENE-81	8.2	666	111	8.8							740	848	57	320	0.0	12	119	3200				10	23		2.1			40		4
9-FEB-81	8.4	640	111	10							837	837	55	74	28	11	120	3200				9.8	18.5		2.1			41		1
13-FEB-81	8.4	640	118	10							837	831	53	92	28	11	122	3200				9.4	18.5		2.1			42		1
26-FEB-81	8.4	666	108	15							794	860	589	86	20	11	118	3400				10.5	14		2.2			39		1
6-MAR-81	8.3	716	128	18							804	855	56	94	16	14	122	3400				9.5	12		2.1			41		1
21-MAR-81	8.4	642	118	13							785	865	58	110	2	15	122	3400				9.2	15		2.1			40		1
1-ABR-81	8.4	666	119	11							794	862	56	98	12	12	120	3400		6.9		9.5	18		2.2			41		13
8-ABR-81	8.4	580	110	10							785	877	61	92	16	14	122	3400				9.0	17	420.5	2.2			39		1
22-ABR-81	9.3	627	128	11							772	877	57	112	0.0	15	125	3400				8.5	18	450	2.1			41		13
4-MAY-81	8.3	640	124	11	2.4						750	877	61	110	0.0	12	121	3400				8.8	18	484	2.2			39		1
14-MAY-81	8.3	746	120	10	2.4						815	877	63	154	0.0	10	121	3500		6.8		11	22	541	2.2			37.5		1
26-MAY-81	8.3	710	122	11	2.4						870	859	67	120	0.0	12	128	3450				9.1	19	618	2.0			83		12
17-JUN-81	8.4	769	128	11	0.8						772	837	67	98	20	14	123	3200		7.7		10	21	1672	2.0			34		15
30-JUN-81	8.4	636	108	8.5	0.8						794	848	67	80	28	18	123	3400				10	23	1428	2.1			34		14
8-JUL-81		584	110	10	0.8						552	855	71.3	120	0.0	18	117	3500				11	20.5	1488	2.2			33		12
3-AGO-81		656	106.5	9.7							898	922	69	80	320	22	118	3500				10	20		1.3			33		2
17-AGO-81	9.3	670	110	9.8							898	851	64.2	98	20	23	117	3500				10	20.5		2.2			36		15
31-AGO-81	8.3	680	108.5	9.7							614	837	69	382	0.0	23	125	3300				10	20		2.0			33		17
14-SEP-81	8.2	692	108	9.9							772	837	66	374	0.0	14	121	3500				11	21		2.1			34		16
28-SEP-81	8.15	562	103	9.4	0.8						750	822	66	364	0.0	16	110	3500				9	18	1222	2.2			34		3
5-OCT-81	8.10	630	97.5	9.5	0.8						729	794	60	358	0.0	19	111	3500				11	20		2.2			36		1
12-OCT-81	8.20	660	82.5	9.5							729	837	66	360	0.0	14	121	3500				15.4	20.5		2.2			34		1

MUESTREO: L. Oscar Aquino M.

5.9.- Pruebas de reforestación.

Es indudable que la depositación de sílice sobre la vegetación (750 ppm), además del Boro (120 ppm) son los que originan principalmente las alteraciones a la flora de la zona.

Para reforestar inicialmente, se adquirieron plantas de vivero. Buscando con esto ahorro de tiempo, probar mayor número de plantas y seleccionar las más vigorosas. Dentro de los géneros disponibles en el vivero y fáciles de adaptar a las condiciones de la zona, se utilizaron Eucaliptos y Casuarinas.

Es importante mencionar que es " vital " el conservar los géneros originales del área: Quercus rubra, Quercus resinífera y especialmente los Pinos oocarpa y michoacana cornuta. Ya que son los géneros idóneos en competencia natural en el bosque. La idea inicial es el no tratar de tapizar las zonas a reforestar con otros géneros, sino que a nivel de experimentación, se busca probar la resistencia de otros géneros a las condiciones de una emanación continua del flujo geotérmico de los pozos en producción. Es por esto, que se buscó reforestar demasiado cerca de las plataformas de los pozos (Ver Figuras No. 2 y 3).

La plantación inicial se llevó a cabo en Noviembre de 1981, con 500 eucaliptos. Al final del mismo mes, se concluyó la primera etapa con 800 eucaliptos y 200 casuarinas. La evolución de los arbolitos (60 Cms. de altura) fué más o menos favorable los treinta primeros días. Proporcionándoles

riegos de auxilio, ya que la plantación se efectuó fuera de la época ideal. La mayoría de los arbolitos que estaban expuestos a la brisa ligera de los pozos, empezaron a presentar depositación de sólidos en las hojas. Pequeños puntos blancos comenzaban a unirse poco a poco, hasta casi tapizar por completo las hojas. Impidiendo la función normal en las hojas o sea, el intercambio de energía solar. Provocando que las hojas se secaran poco a poco hasta desprenderse de las pequeñas ramas, al igual que en los árboles grandes de la zona.

Es interesante hacer notar que los arbolitos trasplantados fuera del alcance de la brisa geoterma, presentaron mejores condiciones que los demás. Su adaptación al terreno arenoso fué más o menos favorable en su etapa inicial, a excepción de las casuarinas que fueron comidas por el ganado que pastorea en la zona. Impidiendo una evaluación real sobre la adaptación de estos géneros al terreno de la zona.

Se puede decir que a nivel experimental, fueron satisfactorias las pruebas realizadas en el terreno. Sacando en conclusión varios aspectos importantes para considerarse a la hora de planear una reforestación:

- 1°.- Considerar los géneros nativos del área para una reforestación programada. Ya que el desarrollo de las nuevas plantas de pinos y encinos será mucho más favorable para el mismo bosque, que cualquier otra especie que se quisiera introducir.

- 2°.- Por consiguiente, se deberá planificar la labor de recolección de semillas del género "Pinus" principalmente. Para poder reproducir en almácigos el mayor número de plantas.
- 3°.- En caso de introducir en el bosque nuevos géneros, será necesario el llevar estadísticas sobre épocas de plantación, desarrollo, floración, etc. para poder establecer un patrón sobre la relación planta y medio ambiente.
- 4°.- Es importante el establecer correctamente la época para reforestar, evitando castigar a las plantas en los trasplantes.

VI.- LA VEGETACION.

6.1.- Condiciones Generales de la vegetación.

La vegetación se establece en un sustrato geológico de naturaleza ígnea formado por pómez y arenas derivadas de riolitas. Suelos degradados por -- una influencia humana, someros en las laderas y pro-fundos en los valles con buen drenaje. En general - la cubierta forestal es escasa debido a tres factores:

- a).- La actividad humana (Tala y Pastoreo).
- b).- La calidad del suelo (Litosoles y Regosoles).
- c).- La frecuencia de incendios (Por causa humana o natural).

LOS PRINCIPALES USOS ACTUALES DEL SUELO SON:

	ha.	%
Matorral	1,388	3.7
Agricultura	2,200	5.9
Pastizal	3,662	9.8
Bosque	30,082	80.6
<hr/>		<hr/>
TOTAL:	37,332	100.0

El bosque, que ocupa el primer lugar en importancia por su extensión, abarca alrededor del 80% - del suelo. En su mayor parte está constituido por - bosque natural de encino-pino (Q + P). El predominio del encino se debe a que el bosque ha sido perturbado por el hombre, que ha explotado el pino en forma excesiva, propiciando la proliferación del encino, - cuyas especies en la región son de fuste irregular,



Foto N° 14.- Aspecto general de la vegetación en las mesetas principales. Fotografía tomada en el Cerro Las Planillas.

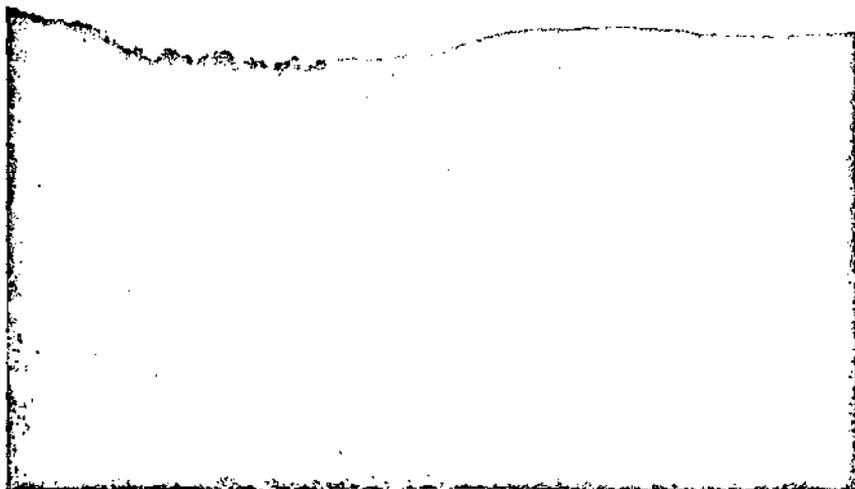


Foto N° 15.- La escasa vegetación en algunas zonas, se debe a lo accidentado del terreno y a la degradación de los suelos.

no aprovechables maderablemente, salvo para carbón y leña. En la irregularidad de los fustes se incluye también la inestabilidad del suelo en las pendientes, donde se observa el fenómeno de reptación.

La regeneración de la población de pino en las zonas donde domina el encino, no puede realizarse -- por medios naturales, ya que el encino es un árbol rústico capaz de reproducirse vegetativa y sexualmente, mientras que el pino sólo puede hacerlo sexualmente, por lo que su propagación es lenta. Actualmente existe veda forestal.

6.2.- Flora característica de la sierra.

Las especies de encino que predominan en la zona son: Quercus magnoliifolia y Quercus spp. y en menor proporción Quercus viminea y Quercus castanea.

Los principales representantes de pinos en la zona son: Pinus occarpa y Pinus michoacana var. cornuta.

Esta comunidad vegetal varía de 10 a 15 m. de altura debido a las características propias de la zona. Respecto a los pinos su aspecto es siempre verde, debido a que sólo pierden las hojas parcialmente que son sustituidas de inmediato. Los encinos de hoja grande, en su mayoría permanecen sin follaje sólo por corto período en la época de secas.

Acompañando al encino y al pino del bosque se encuentran otros árboles menos frecuentes como: Clethra mexicana (Malvastre) y Arbutus glandulosa (Madrño).

Las zonas de pastizal que ocupan el segundo lugar en importancia por su extensión, son en su mayoría zonas de pastizal inducido. Dominan los géneros Bouteloua, Eragrostis, Rynchelytrum, Aristida, Muhlenbergina, Setaria y otros.

El matorral, que ocupa el último lugar en importancia por su extensión, es matorral subinerno. Su localización es hacia el Oriente de la Serranía, hasta el Noroeste, donde casi todas las zonas de matorral son de vegetación secundaria, producto de la deforestación de la Serranía y se encuentran mezcladas con bosque de pino y encino, o con pastizales. Las especies arbustivas que dominan en la zona son Ipomoea sp. (ozóte), Heliocarpus sp. (jonote), Tecoma sp. (retamo), Leucaena sp., Croton sp., Salvia sp., y otras.

6.3- Actividades agrícolas y forestales.

La agricultura en la zona de La Primavera se encuentra dispersa hacia las orillas de la serranía. Al interior del macizo solo pequeñas áreas planas con buen suelo se encuentran sembradas.

Los principales cultivos son maíz y caña de azúcar. Se caracteriza por ser agricultura de temporal, ya que en la zona hay buen régimen de lluvias y el manto freático está lo suficientemente alto como para proporcionar la humedad necesaria al desarrollo del cultivo.

El bosque, en su estado actual, no es explotable económicamente, por lo que se debe mantener estrictamente la veda, con el fin de promover su regeneración. El 90% de los suelos de La Primavera son aptos para la silvicultura y preservación de la vida silvestre. El 10% restante es apto para fines agropecuarios.

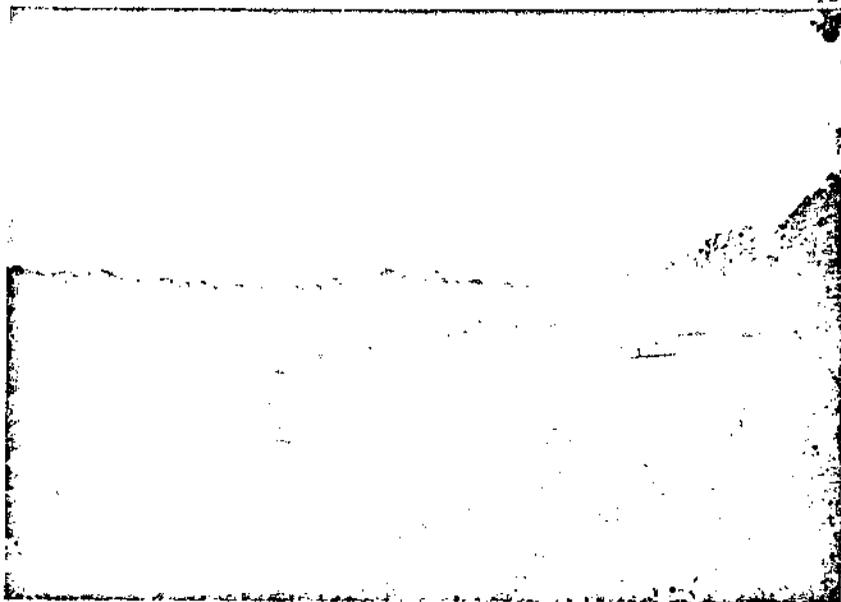


Foto N° 16.- Fotografía denotando la flora característica de la sierra. En primer término tenemos pastizales naturales, - además de sobresalir el bosque natural de pino-encino.



Foto N° 17.- En ésta fotografía se denota un predominio del encino sobre el pino.

Los rendimientos de las cosechas de maíz en las zonas donde éste cultivo se puede dar son de alrededor de 2 a 2.5 tons. por hectárea. Obteniendo mejores rendimientos la cosecha de la caña de azúcar al Noroeste del macizo montañoso, debido a las labores culturales que los productores y los ingenios destinan a este cultivo.

6.4.- Tipos Vegetativos

El bosque de Encino-Pino es el que predomina en esta zona. Encontrándose distribuido desde los 1500 a 2000 m.s.n.m. Dominando las especies de encino (*Quercus* spp) y de Pino Trompillo (*Pinus Oocarpa*) en el estrato superior. Encontrando también tepame (*Acacia Penatula*) y Madroño (*Arbutus* sp) en el estrato medio.

Pero además, tenemos en ciertas áreas dentro de la sierra otros tipos vegetativos. Bosque de Pino-Encino en los domos volcánicos; Matorral subtropical también en los domos volcánicos; Selva Baja Caducifolia en los cañones; Pastizales Naturales y Pastizales Inducidos en los lomerios suaves y llanos aislados. Dominando las especies siguientes, en cada topoforma:

	ESPECIES DOMINANTES	
TIPOS VEGETATIVOS	(EN ORDEN DE IMPORTANCIA)	
Bosque Encino-Pino	<u>Quercus</u> sp.	Encino
	<u>Pinus oocarpa</u> .	Pino Trompillo
	<u>Bouteloua</u> sp.	Pasto
	<u>Setaria</u> sp.	Pasto
	<u>Eragrostis</u> sp.	Pasto
	<u>Ipomoea</u> sp.	Ozote
	<u>Lysiloma</u> sp.	Tepeguaje
	<u>Heliocarpus</u> sp.	Jonote

TIPOS VEGETATIVOS

ESPECIES DOMINANTES
(EN ORDEN DE IMPORTANCIA)

Matorral Subtropical	<u>Ipomoea</u> sp.	Ozote
	<u>Bursera</u> spp.	Copal
Selva Baja Caducifolia	<u>Lysiloma</u> sp.	Tepeguaje
	<u>Ipomoea</u> s.	Ozote
	<u>Arbutus</u> xalapensis	Madroño
Pastizal Natural	<u>Setaria</u> sp.	Pasto
	<u>Eragrostis</u> sp.	Pasto
	<u>Aristida</u> sp.	Pasto
Pastizal Inducido	<u>Paspalum</u> sp.	Pitillo
	<u>Bouteloua</u>	Pasto
	<u>Eragrostis</u>	Pasto

En las zonas de estudio, en donde se tienen los pozos geotérmicos PR-1 y PR-2, se encuentran bosques de Pino-Encino y Encino-Pino respectivamente. De éstas dos especies dominantes, la más afectada por la depositación de los sólidos contenidos en el flujo de los pozos es el encino.

6.5.- La Agricultura y la Erosión

El primer invento importante del hombre en relación con la alteración de la Tierra fue la agricultura. En efecto, capacitó al hombre para obtener alimentos de la tierra en forma mucho más eficaz de lo que jamás hubiera sido el caso colectando o cazando. En algunas regiones, el hombre ha tenido mucho éxito en la tarea de conservar fértil la tierra de cultivo. Por ejemplo, algunas regiones de Europa han sido cultivadas eficazmente por espacio de miles de años. Durante éste período, el suelo se ha enriquecido inclusive, con estiércol (humano y animal). En cambio, en --

otros lugares, el hombre sigue destruyendo vastas superficies de tierra otrora fértiles.

Como ejemplos tenemos la región alrededor del Sind en la India, cerca de la desembocadura del Indo; que es típica de una tierra de cultivo destruida. Con excepción de unas cuantas extensiones irrigadas, Sind es ahora una región estéril, árida y medio desértica.

Otra narración relacionada con el mal manejo de -- tierras fértiles se repite monótonamente. La antigua -- Cartago fue fundada en las orillas del Mediterráneo, en Africa del Norte, en medio de una tierra de pasto seco pero fértil. Los granos producían en abundancia. Actualmente, una gran extensión de dicha región se ha convertido en parte del desierto, en un producto accesorio -- del arado y el cultivo excesivo de tierra fértil, conducentes al agotamiento de la cantidad de humedad disponible.

Además de éstos ejemplos, en América tenemos también casos de erosión por mal manejo o abuso de las tierras de una zona; uno de estos ejemplos es el fracaso - Norteamericano llamado el Cuenco del Polvo.

Los primeros colonos europeos encontraron millones de hectáreas de tierra virgen. La costa Oriental, a donde llegaron primero era muy boscosa, y la tarea de roturar la tierra, arrancar tocones y establecer cultivos - fue ardua. En Nueva Inglaterra, especialmente los prolongados inviernos y las laderas rocosas de las montañas contribuían a hacer el cultivo más difícil, era natural que los colonos fueran atraídos hacia el Oeste, - porque allí, más allá del Mississipi, había extensiones de praderas hasta perderse de vista. Un manto de tierra

rico, profundo y sin piedras, con grandes extensiones sin árboles que prometían un arado, un sembrado y una recolección fáciles. En 1889 fue abierto el Territorio Oklahoma al establecimiento regular. A las pocas semanas, la población subió de casi cero a 60 mil habitantes. Para 1900 eran ya 390 mil, que vivían de la riqueza del suelo. En 1924, una espesa nube de polvo sobrevoló la ciudad de Nueva York y se perdió en el Océano Atlántico. Este polvo había sido el manto de tierra de Oklahoma.

A partir del conocimiento de estos hechos resulta fácil comprender lo que ahí ocurrió. En efecto durante un período de 20 a 35 años, la fertilidad del suelo fue decreciendo lentamente. La refertilización incompleta y la pérdida debida a viento y agua cobraron su tributo. Finalmente, al producirse una sequía prolongada, las semillas no germinaron, y un vendaval veraniego se llevó el manto de tierra hacia el Océano Atlántico, a más de mil kilómetros de distancia.

Como estos ejemplos antes citados y otros más -- que nos narra la historia nos ponen a pensar donde está la falla que está terminando con los suelos fértiles en lugar de incrementarlos. Para la erosión del lugar, intervinieron muchos factores los cuáles el -- hombre puede controlar, evitar o preveer.

Todo un sistema ecológico; animales, plantas, -- agua, bosques, insectos, etc. para que permanezcan in definidamente estables ha de haber un equilibrio completo. Y esto nunca es el caso en la Tierra. En efecto, aún en los sistemas más estables tienen lugar fluctuaciones diarias, de temporada, anuales y a largo -- plazo. La consideración final, de interés en relación

con la contaminación de la vida en nuestro planeta es que la suma total de todos los cambios se traduzca en un equilibrio total universal.

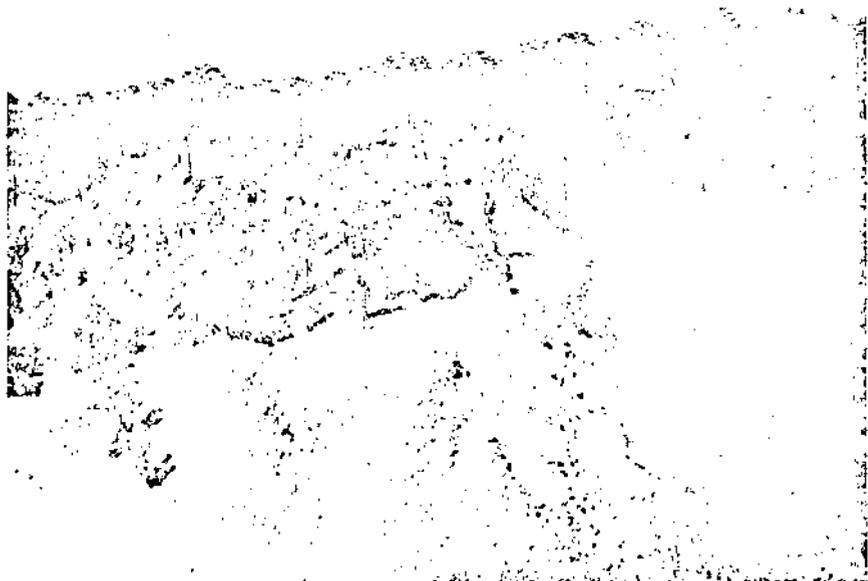


Foto N° 18.- La erosión de los suelos deleznales, es un panorama normal del bosque. El problema radica en que no se hace nada para evitarlo.

VII.- CONTAMINACION.

7.1.- El hombre y el medio ambiente.

De hecho, en el siglo XX, el hombre ha avanzado más que en toda su existencia desde su aparición en la tierra. El hombre moderno tiene que atenerse a la tecnología y vivir en un planeta centrado en el hombre, o vivir en armonía con los principios de la ecología y utilizar para sí los mismos criterios que se aplican a plantas y animales. Por que es obvio que el hombre pertenece a la naturaleza, y no puede permanecer mucho tiempo separado de varias leyes biológicas, sin que finalmente tenga que reconocer que debe desarrollar una "Conciencia ecológica".

No se puede negar que, en general, la comunidad montada por el hombre funciona eficazmente aunque posiblemente continúe haciéndolo sólo por un tiempo limitado. El principal problema es indiscutiblemente el incremento de la población humana.

De manera que no se podrá jugar mucho tiempo con las reglas que rigen los sistemas ecológicos y las comunidades que proporcionan equilibrios implícitos en todo el medio ambiente que nos rodea.

7.2.- Contaminantes del medio ambiente.

Para conocer y poder llevar a cabo una evaluación sobre contaminación, se requiere entender perfectamente el término mismo. Contaminación es la inclusión en el medio ambiente, de microorganismos, animales y vegetales. La contaminación en general, puede ser sobre cualquier ser vivo, incluso se dá esta denominación, cuando se presentan daños sobre material inerte.

Es evidente, que para realizar este trabajo es necesario hacer un estudio sobre la contaminación de la vegetación. Sabemos que como todo ser vivo, los vegetales necesitan respirar. Las plantas toman de la atmósfera que nos rodea el aire con los elementos necesarios para el desarrollo de sus funciones, y de la tierra en donde se encuentran sus raíces toman los nutrientes juntamente con el aire existente entre las partículas que componen el suelo.

De los elementos contenidos en el aire y que las plantas aprovechan y necesitan en ciertos porcentajes de acuerdo al volumen existente en la mezcla del aire en el medio ambiente tenemos:

Nitrógeno	78.09
Oxígeno	20.94
Argón	0.93
Neón	0.0018
Helio	0.0005
CO ₂	0.03
Xenón	0.0001
Hidrógeno	0.005
Oxido Nitroso	0.0005
Metano	0.0001

Esta composición normal del aire es la mas adecuada para una vida natural en los vegetales, sin embargo, en algunas zonas es alterada principalmente por combustiones para la obtención de energía, provocando así, una disminución en la eficiencia de la vegetación.

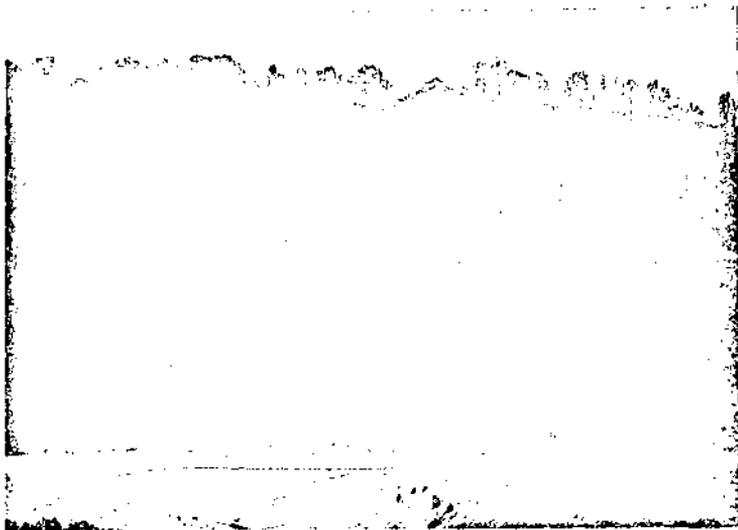


Foto N° 19.- En ésta fotografía, se trata de hacer notar la influencia del hombre en el medio ambiente. En éste caso, por el incendio descontrolado en una parte del bosque.

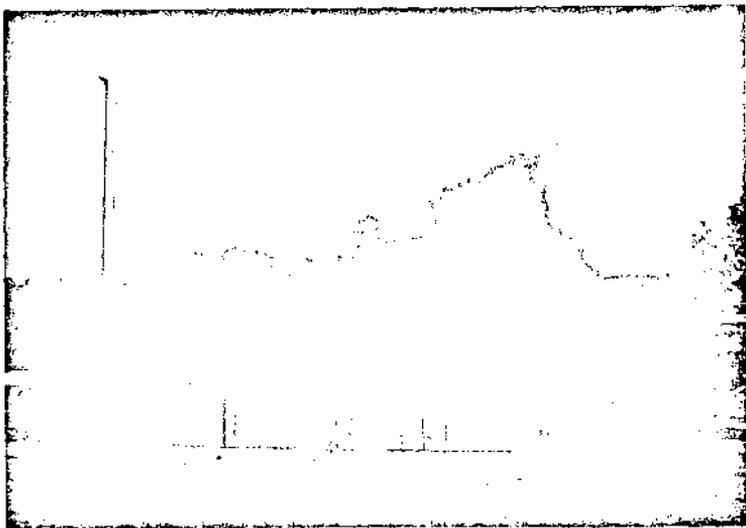


Foto N° 20.- Donde el hombre entra, termina la tranquilidad en un sistema. Lo importante, será mantenerlo en beneficio de la ecología.

Los contaminantes identificados se clasifican de la siguiente manera:

GRUPO

Materia sólida	Ceniza ligera de Carbón-ZnO, PnCl_2
Compuestos de Azufre	H_2S , SO_2 , SO_3 , Mercaptanos
Compuestos Orgánicos	Aldehídos, Hidrocarburos, Alquitranses.
Compuestos de Nitrógeno	NO , NO_2 , NH_3 .
Compuestos Halogenados	HF , HCl .
Compuestos Radioactivos.	Gases y aerosoles radioactivos.

7.3.- Contaminación por temperatura.

Sin duda uno de los efectos más importantes, es el de la temperatura, que interviene en mayor ó menor grado, en casi todas las funciones de las plantas. Todos los procesos de metabolismo y muchos procesos físico-químicos, como la difusión, y coagulación en la formación de la membrana celular, dependen de la temperatura y se aceleran cuando ésta aumenta hasta un grado óptimo.

Cuando la temperatura desciende hasta un cierto mínimo, se retarda el crecimiento y cuando aún baja más, se interrumpe la división celular y la fotosíntesis, con lo cual sobreviene la muerte.

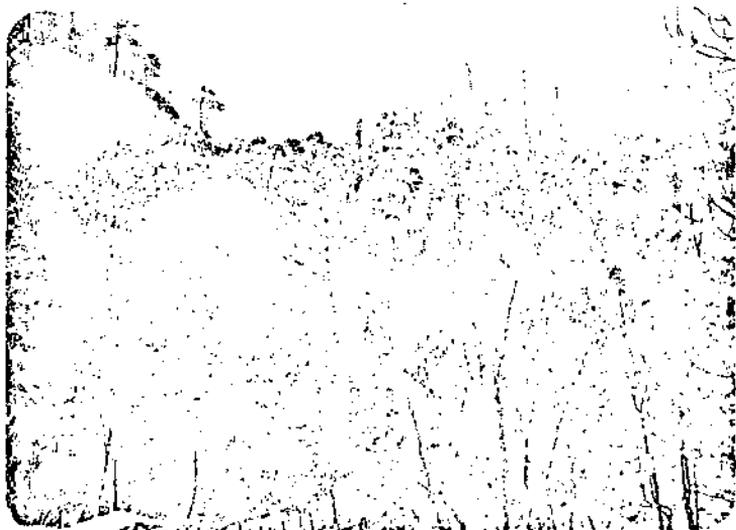
La adaptación de cada especie a la región en que usualmente vive, dá por resultado un hábito fijo en relación a la temperatura; de manera que las plantas viven y crecen únicamente cuando la temperatura permanezca dentro de ciertos límites, y maduran, mueren ó entran en período de reposo, cuando este límite se excede.

La temperatura más alta que puede tolerar una -- planta, varía mucho con las diferentes especies, y es ta íntimamente ligada con la variación en el abasteci miento de agua, siendo su efecto debido en ocasiones, no a la temperatura en sí, sino a su influencia sobre dicho abastecimiento.

Para la mayor parte de las plantas, al llegar la temperatura a los 40°C, empiezan a producirse modifi caciones en el protoplasma, perjudiciales para la vi da de la especie, y cuando se alcanzan los 45°C ó 50°C ésta muere. Existen sin embargo, plantas tropicales - que soportan éstas temperaturas, e incluso más eleva das. Así pues, la resistencia a las temperaturas ele vadas, influye mucho en el estado en que se encuentra la planta, siendo menor en períodos de gran actividad vegetativa, con los tejidos llenos de agua, alcanzando su máximo en los estados de reposo, como en las se millas.

Por otra parte, la rapidez de los cambios de tem peratura es tan importante como la magnitud del cambio. Los cambios súbitos tienden a ser más nocivos que los lentos de igual intensidad, al parecer porque el pro toplasma necesita un cierto tiempo para ajustarse a la nueva temperatura.

En ocasiones y dentro de cierto límite un cambio brusco de temperatura puede ser beneficioso para las plantas. Ciertas especies no florecen si la planta no sufre un rápido descenso de temperatura; y un descen so de igual intensidad pero producido poco a poco no propicia una buena floración.



Fotos Nos. 21 y 22.- La alta temperatura influye en la duración de la vegetación. En la primera fotografía, el daño se debió a la alta temperatura del flujo geotérmico. En la segunda, la afectación por temperatura es debida a un incendio.



La duración también tiene importantes efectos - en relación con los daños causados por temperaturas extremas. Una planta puede resistir altas temperaturas por un corto período, mientras que la misma temperatura mantenida por más tiempo resultaría fatal.

Por lo tanto, habrá que tomar en cuenta: tiempo, duración e intensidad de exposición de los vegetales que sean alterados por cualquier factor o fuente térmica (caliente o fría).

7.4.- Contaminantes contenidos en los flujos de los pozos.

Se han destinado grandes recursos a la exploración de vapor endógeno como nueva fuente de energía. La forma de obtenerlo es, perforando hasta encontrar las condiciones favorables para una buena producción de vapor. Este vapor viene mezclado con agua debido a los aportes de acuíferos subterráneos. A su vez, - esta mezcla vapor-agua contiene en mayor o menor cantidad elementos químicos, que afectan en cierta forma la flora existente en el área del flujo de los pozos en producción.

Esta afectación sobre la flora forestal del área, se debe a que la mezcla vapor-agua que fluye del pozo, contiene partículas minerales que arrastradas -- por el viento se depositan en las hojas de los árboles y arbustos taponeando los estomas, (aberturas microscópicas que hay en la epidermis de las hojas en los vegetales), ocasionando la muerte de las hojas y por consiguiente alteraciones en los árboles afectados.

En un inventario forestal detallado, realizado en la zona afectada por el flujo de la mezcla vapor-agua del pozo PR-1, tenemos un área aproximadamente de 2.5 Ha. y con un número aproximado a los 520 árboles dañados. Dicha afectación se presenta drásticamente en comparación con la demás flora existente en la zona, manifestándose con árboles semisecos cerca del flujo del pozo, hasta árboles con señales de alteración, presentando en sus hojas coloraciones blanco-cristalinas.

De la muestra vapor-agua que fluye del pozo PR-1, geoquímica reporta elementos contenidos en la mezcla que nos pueden atacar la flora existente, causando efectos nocivos a la misma. De los elementos más perjudiciales para la planta tenemos contenidos en agua: Oxido de Sílice (Si O_2) con 845 ppm,; Boro (B) con 122 ppm. y Sulfuro de Hidrógeno (SH_2) con 6.6 ppm.

El Oxido de Sílice (Si O_2) y el Boro (B) se depositan en las hojas de los árboles taponeando los estomas al solidificarse por efectos de los rayos del sol, además el Boro (B) en cantidades mayores a las necesitadas por la planta actúa como veneno alterando la fotosíntesis natural de la planta. En exceso las hojas se empiezan a poner amarillas y caen con el tiempo afectando la planta.

A su vez, el Sulfuro de Hidrógeno (SH_2) y parte del Boro (B) que llegan al suelo, actúan alterando el intercambio catiónico con los demás elementos. Alterando las condiciones del agua con todos sus nutrientes aprovechables por la planta, provocando un trastorno en ésta.

No solamente los elementos minerales atacan a la flora sino también gases como el bióxido de carbono (CO_2) que ocupa el 81% del volumen total de gas; el -

Sulfuro de Hidrógeno (SH_2) que ocupa el 14.5% y el gas metano (CH_4) que ocupa el .8%. Pero debido a las condi ciones de aireación del lugar estos gases se volatiliza-
zan sin llegar a perjudicar a las plantas.

En cuanto al pozo Primavera N° 2 (PR-2) cuya inducción fué el 20 de Mayo de 1981, tenemos los mismos contami-
nantes que el pozo PR-1 pero en menor proporción. Tene-
mos Boro (B) hasta 110 p.p.m., Oxido de Silicio (SiO_2)
con 400 p.p.m., Litio (Li) con 10 p.p.m. y con trazas-
de Arsénico (As) (Anexos comparativos Nos. 11 y 12).

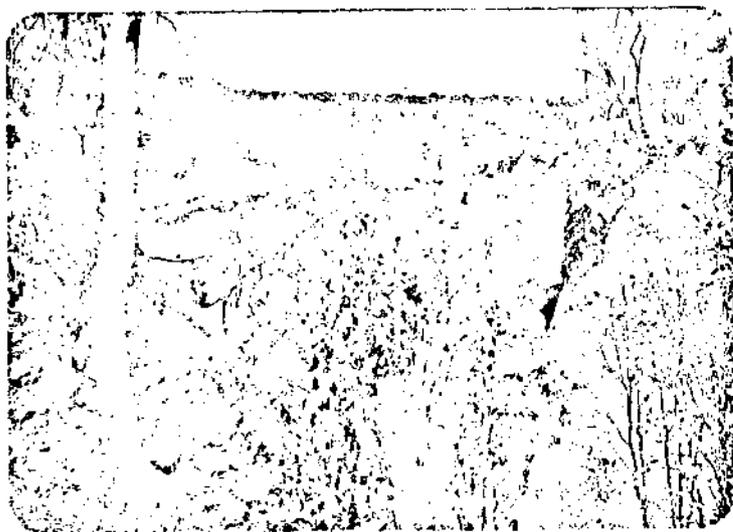


Foto N° 23.- Aspecto general de la afectación a
la vegetación, debido al flujo del pozo PR-1.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CONTAMINANTES PRINCIPALES DEL POZO PR-1

PROMEDIOS MENSUALES DEL AÑO DE 1981. En mg/lt.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BORO	120	120	120	122	123	121	117	119	115	120	121	123
ARSENICO	N.D.											
CLORUROS	840	843	865	870	866	845	856	827	829	840	850	850
SILICE	812	824	804	753	723	736	648	728	690	687	687	488
pH	8.3	8.4	8.4	8.4	8.3	8.4	8.4	8.4	8.2	8.2	8.3	8.3
CONDUCT.	3300	3350	3400	3400	3450	3400	3500	3450	3500	3500	3500	3500

PROMEDIOS MENSUALES DEL AÑO 1982. En mg/lt.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BORO	117	116	126	122	125							
ARSENICO	N.D.	12	14	12	N.D.							
CLORUROS	833	831	826	836	829							
SILICE	652	681	772	750	678							
pH	8.4	8.2	8.2	8.4	8.4							
CONDUCT.	3500	3500	3500	3500	3550							

N.D. NO DETERMINADO.

CONTAMINANTES PRINCIPALES DEL POZO PR-2

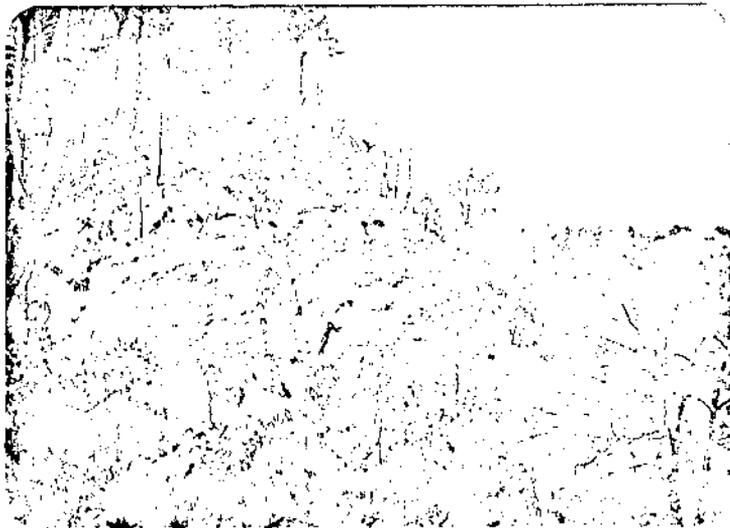
PROMEDIOS MENSUALES DEL AÑO 1981. En mg/lt.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BORO					61	57	92	68	81	97	111	82
ARSENICO					9.7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
CLORUROS					795	1246	1507	1415	1387	1474	1287	1455
SILICE					290	284	396	381	418	359	481	333
pH					8.5	8.7	8.6	8.5	8.5	8.5	8.6	8.5
CONDUCT.					7800	10400	12000	12000	11500	9100	10300	12200

PROMEDIOS MENSUALES DEL AÑO 1982. En mg/lt.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BORO	97	90	106	110	81							
ARSENICO	N.D.	10.4	9.6	N.D.	8.5							
CLORUROS	1293	1337	1268	1418	1411							
SILICE	443	420	539	403	398							
pH	8.8	8.7	8.7	8.9	9.0							
CONDUCT.	11200	11400	10000	11800	12000							

N.D. NO DETERMINADO.



Fotos Nos. 24 y 25.- Contrastes de la vegetación afectada con la vegetación normal. Nótese la defoliación - tan marcada en ambas fotografías. Cabe mencionar que la defoliación más intensa se manifestó en los géneros de hoja ancha.



VIII.- ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION.

En cuanto a los resultados de los muestreos de suelos en el área, sacamos en conclusión que debido al arrastre del material arenoso por las aguas separadas de los pozos en observación, dichos suelos se han ido desgastando poco a poco hasta encontrar texturas de gruesas a finas.

Los elementos contaminantes contenidos en las aguas separadas se han ido depositando por donde correr dichas aguas. Aumentando en p.p.m. las concentraciones de Cloruros (Cl), Sulfatos (SO_4^{--}) y Bicarbonatos (HCO_3^-). Alterándose también el pH y la conductividad eléctrica, que son el reflejo del contenido de minerales en los suelos.

De los tipos de suelos predominantes en el Bosque-La Primavera tenemos: Los Litosoles, que son suelos someros de profundidad menor a 10cm., se encuentran en todos los sistemas de sierras asociados con otros tipos de suelos. Los Regosoles se encuentran principalmente en los sistemas de lomeríos, su fertilidad puede ser baja o moderada, utilizándose generalmente para el cultivo del maguey tequilero. Estos dos tipos de suelos son los predominantes en la sierra por lo que en general, la calidad de los suelos en la zona dejan mucho que desear en cuanto a fines agrícolas se refiere.

Si además de la calidad de los suelos, denotamos que el 60% de dichos suelos, caen dentro de la clasificación de clase 3 y 4 en cuanto a pendientes (suelos con más de 15% de inclinación), los resultados nos indican que se trata de una zona no recomendable para fines agrícolas.

Por las aguas separadas de los pozos, con sus altas concentraciones de algunos minerales, son las que nos acarrearán problemas en los suelos y vegetación.

En los suelos, la afectación se presenta por la depositación de dichos minerales contaminantes en el lecho por donde corren o se retienen estas aguas. Como en la zona donde se está perforando, el terreno es demasiado abrupto, las tierras no son utilizadas para ningún tipo de agricultura y por consiguiente las aguas provenientes de nuestros pozos con un gasto de 24 Ton/Hr. no son aprovechadas para fines agrícolas.

Es importante hacer notar, que con enmiendas calizadas bien administradas se logra precipitar el Boro (B), Oxido de Silicio (SiO_2) y Arsénico (As) hasta en un 70%. Disminuyendo en lo posible las afectaciones a la flora forestal de la zona por donde corren éstas aguas. Los resultados obtenidos con éste método dependen de la eficacia de la dosificación con que se administre la cal. La cantidad recomendada para lograr una buena precipitación es de 1gr. de cal por 1 lt. de agua, por lo tanto, si tenemos un gasto total de 24 Ton/Hr. tendremos que :

$$24 \text{ Ton/Hr} = 24\text{m}^3; 1\text{m}^3 = 1,000 \text{ Lts.}$$

$$24\text{m}^3/\text{Hr} = 24,000 \text{ Lts/Hr} = 576,000 \text{ Lts/Día.}$$

Si necesitamos 1gr. de cal por cada litro de agua, para 576,000 Lts/Día necesitamos 576,000 grs/cal ó sea 576 Kgs/Día de cal.

Por lo que se trata de un tratamiento donde el costo se debe cuidar lo más posible, administrando la cal-adecuadamente para evitar despilfarros.

Los resultados obtenidos en cuanto a la reforestación, han sido satisfactorios en la primera etapa. El desarrollo del 90% de los árboles trasplantados ha sido notorio con nuevos brotes, tallos mas resistentes y crecimiento normal. La adaptación del género eucalipto en la zona ha respondido favorablemente. Su crecimiento es notable a diferencia de los pocos brotes de las espe---cies originarias de la zona como el encino y el pino. Posiblemente su adaptación se deba también a las labo---res culturales que se les ha brindado en su desarrollo (escardas, riegos, y el agregar tierra con materia orgánica). Figuras 2 y 3.

En general, los resultados de los trabajos realizados para evitar la contaminación y el programa de reforestación, han tenido éxito. Pero se deben perfeccionar los métodos y análisis para el control de la contaminación ya que a futuro, y si el campo geotérmico se ex---tiende, la producción de agua y vapor será de consideración. Posiblemente, el agua separada se tenga que rein---yectar, o dejar correr libremente hasta que por filtración y evaporación se pierda. Pero si antes de un trata---miento o de una posible infiltración se llegara a utili---zar para riego, los problemas en cuanto a afectaciones en los cultivos regados no se dejarán esperar.

Por lo que a la reforestación se refiere, se debe---rán de intensificar los programas que se tengan. Ya que las obras de ingeniería civil (camino, plataformas, -- etc.), van en continuo avance. Ocasionando una tala deg---medida que a futuro traerá alteraciones en la calidad ---de los suelos, en la erosión, en el clima y hasta en la vida del bosque.

PLANTA GENERAL DEL POZO PR-1

REFORESTACION EFECTUADA EN LA ZONA AFECTADA.

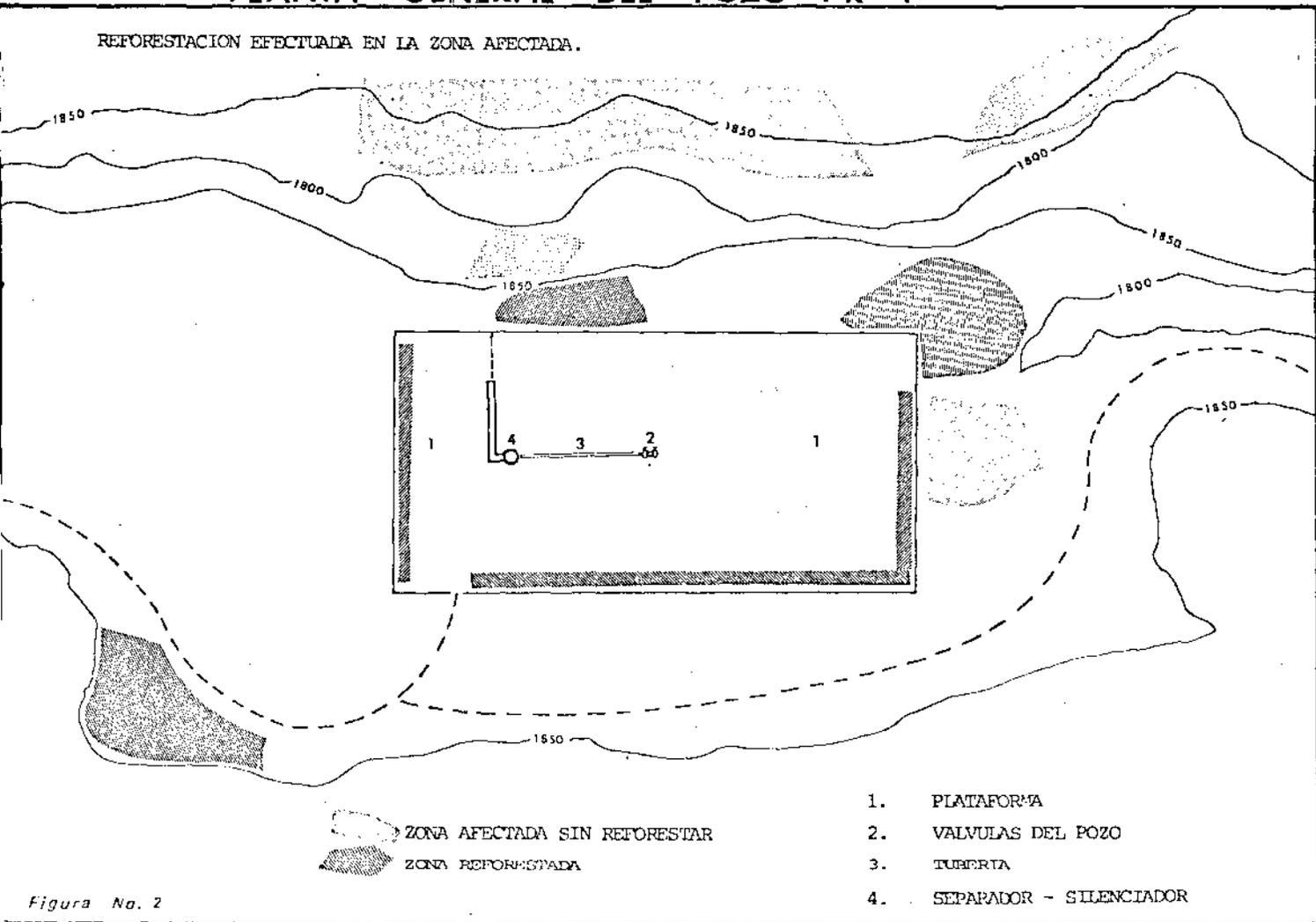


Figura No. 2

PLANTA GENERAL DEL POZO PR-2

REFORESTACION EFECTUADA EN LA ZONA AFECTADA.

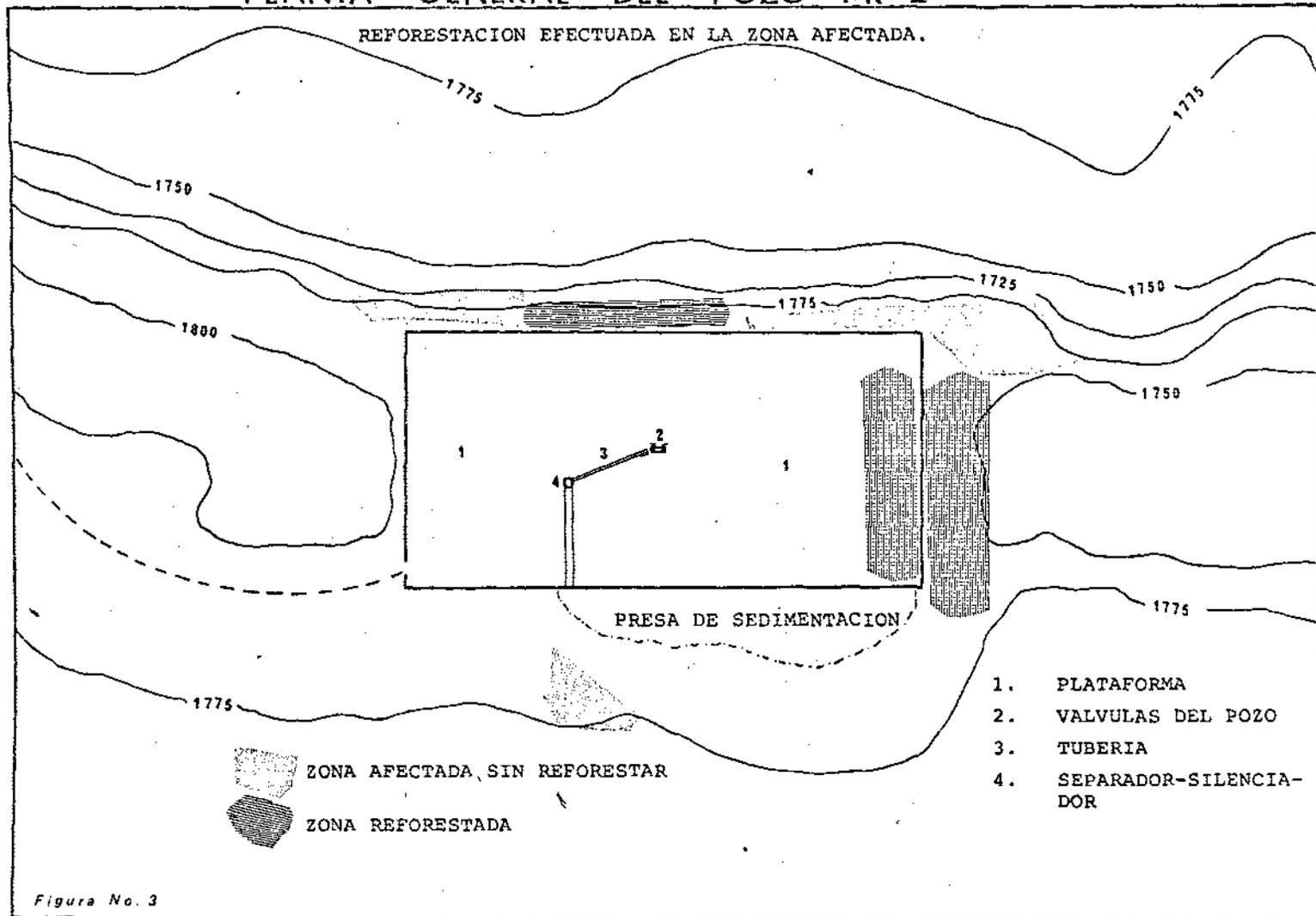


Figura No. 3

IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

9.1.- CONCLUSIONES

Los trabajos que se realicen para ayudar a controlar cualquier fuente contaminante en cualquier proyecto, obra o plan de desarrollo, serán de gran importancia para las generaciones futuras.

Es por esto necesario, la creación de reglamentos y normas que rigan los aprovechamientos y las explotaciones adecuadas de los proyectos que así lo ameriten.

En el caso de la geotermia, las afectaciones al sistema ecológico del lugar en donde se desarrolla, por orden de importancia son :

1° Sobre la vegetación :

- * a).- Por efecto de la depositación en tallos, ramas y hojas de la brisa proveniente del vapor y el agua de los pozos, conteniendo todos los elementos contaminantes.
- *** b).- Por la tala que se hace al construir caminos, plataformas y obras diversas en la zona de trabajo.
- ** c).- Por efectos de la alta temperatura (+80°C) de los flujos de los pozos, al dejarlos fluir libremente en las pruebas de inducción .
- * d).- Por el escurrimiento de grasas, aceites y otros desperdicios que se utilizan en la perforación.

2°. SOBRE LOS SUELOS :

- *** a).- Por efecto de fuertes lluvias sobre laderas es carpadas formadas por rocas deleznable, con frecuencia se originan deslaves naturales además de notar altos índices de erosión.
- *** b).- Por efectos de la misma erosión, se origina -- una remoción de la vegetación local que normalmente protege a la tierra de la erosión, debido a la acción fijadora de las raíces de esas especies vegetales.
- ** c).- La degradación de los suelos que están en contacto con el flujo de los pozos o con el agua separada de los mismos. Ya que se van depositando los elementos contaminantes a lo largo de su trayecto.

3°. SOBRE EL AIRE :

- *** a).- Por efecto de los gases incondensables que provienen del yacimiento geotérmico y que se escapan por las tuberías de descarga del equipo de perforación al medio ambiente.

4°. SOBRE LOS SISTEMAS HIDROLOGICOS :

- ** a).- Problema que se presenta cuando el gasto en -- agua de los pozos en producción es demasiada y llegan a juntarse con algún río o arroyo. Contaminándolo con el alto contenido de sales y minerales de los flujos geotérmicos.

- * SE PUEDE CONTROLAR TOTALMENTE
- ** SE PUEDE CONTROLAR PARCIALMENTE
- *** NO SE PUEDE CONTROLAR.

9.2.- RECOMENDACIONES

Por la poca experiencia que se tiene en materia del control de la contaminación, y estando concientes de que es muy difícil detectar cualquier cambio en un sistema ecológico, es necesario tomar precauciones en todos aspectos periódicamente. Claro que para denotar cualquier alteración, es necesario conocer lo mejor posible la zona que se trate. En todo trabajo de investigación, el muestreo, la interpretación y las pruebas diversas son indispensables para obtener una mejor información.

En el bosque de La Primavera, las condiciones de "Bosque" están muy limitadas, ya que por la cercanía a la ciudad de Guadalajara, la afluencia de gente lo tienen en muy mal estado. Además de la basura que dejan en las partes donde acampan, con frecuencia dejan fogatas encendidas que ocasionan incendios de magnitudes increíbles. Originando un problema fundamental que está provocando serios trastornos en dicho bosque, siendo éste: 'LA NULA REFORESTACION POR MEDIOS NATURALES'. Ya que es bien conocido, que el ciclo de la vida de un ser o un todo, es el nacer, crecer, reproducirse y morir. Como en éste caso al faltar la reproducción, se está rompiendo con el ciclo natural de la vida, llegando directamente a la muerte.

Es por esto fundamental, el continuar con programas de reforestación en toda ésta zona. Cuidando la tala desmedida, controlando al máximo la erosión de los suelos, evitando el sobrepastoreo, fomentando las campañas sobre el control de plagas y lo más importante: el concientizar a la gente para que cuidemos ese recurso natural que está en peligro de desaparecer.

Por lo que respecta a los estudios desarrollados gracias al apoyo de la Comisión Federal de Electricidad, se tiene la total intención de cuidar la ecología en la zona de trabajo, hasta donde le sea posible su jurisdicción.

En cuanto a la geotermia, se seguirá con los programas de reforestación y de control ambiental, a medida que el campo geotérmico se desarrolle. El control químico sobre el flujo de los pozos, sobre el agua separada y sobre los desechos de la perforación y equipos diversos, serán objeto de cuidados intensivos y periódicos para evitar al máximo su inclusión en el medio ambiente del bosque.

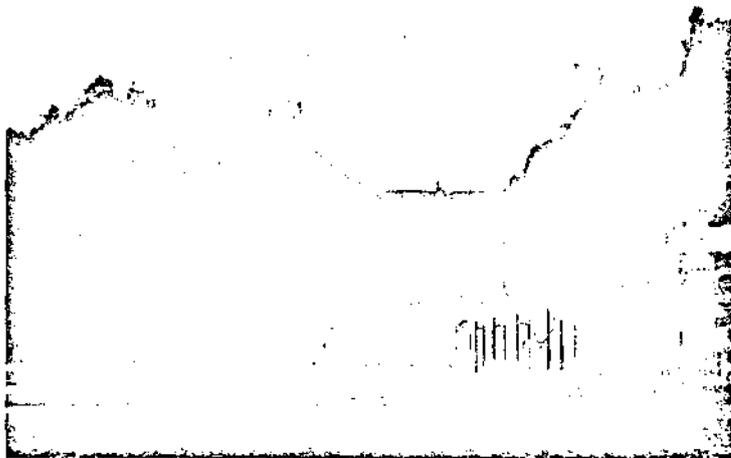


Foto N° 26.- Instalaciones que se deben hacer para evitar la contaminación. Con el propósito de mantener un sistema ecológico sin perturbaciones o grandes alteraciones.

X.- B I B L I O G R A F I A

- BRUM, F. BUCHARDS, O. 1970. La multiplicación de las frondosas y de las coníferas. Editorial Blume. 125 p.p. Barcelona, España.
- CHRISTOPHER, H. ARMSTEAD, H. 1978, Geothermal Energy. E & F.N. Spon. Ltd. 357 p.p. Londres, Inglaterra.
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. 1979, Central Geotérmica de Cerro Prieto. Boletín informativo. 28 p.p. Mexicali, Baja California.
- DAVIS, S.N. WIEST, R. 1971, Hidrogeología. Ediciones Ariel. 533 p.p.- Barcelona, España.
- DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. 1977, Proyecto C - 41; Formulación del uso potencial del terreno en la serranía de la Primavera, Jalisco. 49 p.p. México, D.F.
- ELLIS, A. MAHON, A. 1977. Chemistry and Geothermal Systems. Academic Press. 392 p.p. Belton, Texas.
- HUSCH, B. 1971. Planificación de un inventario forestal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 135 p.p. Milán, Italia.
- LEATHART, S. 1977, Trees of the World. Editorial Inglesa. 275 p.p. - Londres, Inglaterra.
- LOEWY, A. SIEKEVITZ, P. 1974. Estructura y función celular. Compañía Editorial Continental. 572 p.p. México, D.F.

PUGA DE V., L.M. 1974. Características de la región denominada la Primavera, del Estado de Jalisco. Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara. Boletín informativo No. 3. 24 p.p. Jalisco, México.

RIVERO, J. MA. DEL. 1968. Los estados de carencia en los agrios. Ediciones Mundi-Prensa. 510 p.p. Madrid, España.

RUSSELL, G. 1978. Los Pinos de México. Edición facsimilar tomada del original, publicado por: The Arnold Arboretum No. 1 en Boston, Massachusetts de 1909. 42 p.p. México D.F.

TURK, A. TURK, J. WITTES, J. 1973. Ecología, Contaminación, Medio Ambiente. Nueva Editorial Interamericana. 227 p.p. México, -- D.F.

XI.- R E S U M E N

El bosque de La Primavera, se encuentra sumamente alterado por el hombre. Tal parece que, tenemos la consigna de acabarnos en poco tiempo los recursos naturales debido al crecimiento desmedido e incontrolado de la población, la industria y las obras diversas de infraestructura.

Es por ésto necesario, al introducir la geotermia en dicho bosque, ocuparnos de los efectos que nos produzcan los flujos geotérmicos de los pozos en producción. Ya que aparte de la tala que se está llevando a cabo para la creación y ampliación de caminos y plataformas, no podemos subestimar la afectación de dicha mezcla vapor-agua sobre la flora forestal.

Gracias a éste estudio, nos damos cuenta de la importancia de la conservación ecológica en cualquier zona. Así pues, se están tomando ya las medidas convenientes para anticiparnos a cualquier efecto nocivo en lo que respecta al desarrollo del campo geotérmico. Por ejemplo, ya se tiene más precaución y preocupación por los desechos de la perforación -- como grasas, aceites, solventes químicos, etc. Ya que anteriormente se mandaban a las cañadas sin ningun tratamiento y sin ningun control.

Ahora bién, por experiencias en otros campos geotérmicos, se utilizará en La Primavera, un tanque separador de grasas y aceites. Consistente en una fosa de medidas aproximadas de 2 X 6 X 2 m, con 4 placas de acero colocadas a lo ancho de la fosa. Su funcionamiento está basado en la separación por diferencia de densidades. Las grasas y aceites permanecen en la superficie entre las dos primeras placas, ya que la tercera y cuarta placa se colocan a unos 10 cm del nivel del piso. Esto se hace para permitir a las sustancias de menor densidad el paso por la parte baja de las demás placas

colocadas en serie. Al irse acumulando las grasas y aceites en las dos primeras placas, se tendrá oportunidad de sacarlas de ahí utilizando una bomba de succión para luego depositarlas en otra fosa. Para que al terminar la perforación, sea tapada para evitar que esos contaminantes no solubles permanezcan en la superficie.

Otras precauciones que se están teniendo, es que a la hora de la inducción, no se envíe el flujo caliente de los pozos sobre la vegetación. Ya que los efectos de la temperatura sobre hojas y ramas de los árboles alcanzados, son siempre perceptibles. Además de tratar de utilizar rápidamente el tanque separador-silenciador, para evitar al máximo la depositación de los elementos que atacan a las ramas y hojas de los árboles más cercanos a los pozos en prueba.

Es importante hacer notar, que los muestreos y análisis de suelos, aguas y partes dañadas de los árboles, serán indispensables. De la continuidad de éstos, dependerán las medidas de control que se tomen. De los muestreos que se llevaron a cabo, los más interesantes por los resultados obtenidos, fueron de las aguas geotérmicas en comparación con aguas de otras fuentes hidrológicas. Es fácil observar la diferencia tan grande en partes por millón (p.p.m.), de los elementos contenidos en las aguas de profundidad a diferencia de aguas superficiales.

El incremento en p.p.m. de las aguas de profundidad, se debe a la interacción agua-roca. Esto es, que por la formación geológica a profundidad y debido al gradiente natural de una zona geotermal, los acuíferos profundos entran en contacto con zonas calientes, llevándose a cabo una reacción química debido a la erosión natural y a las grandes presiones internas. Dando como resultado una obtención de nuevos elementos en el agua, tales como Boro, Arsénico, Cloro, Litio y Silicio, que vienen siendo indicadores de aguas subterráneas.

La liberación de éstas aguas por medio de la perforación profunda, nos ocasiona trastornos en un sistema ecológico determinado. Tomando medidas de control sobre el flujo liberado y sobre las aguas separadas, podremos eliminar en un alto porcentaje la contaminación de la vegetación y los suelos.

En las áreas donde la vegetación ya ha sido afectada, se deberá reforestar intensamente con los géneros naturales del área, como los *Pinus Montezumae* variedad *Rudis*, *Pinus Oocarpa* variedad *Microphylla* o con alguna otra especie de pino que se pueda adaptar en la zona.

De las pruebas de reforestación realizadas en las zonas cercanas a los pozos en producción, el eucalipto y la casuarina han respondido favorablemente. Su desarrollo ha sido notable en su primer año, por lo que se recomienda para una reforestación inicial, ya que son géneros que se consiguen fácilmente en viveros.

Si se continúa con el desarrollo del Campo Geotérmico de La Primavera en Jalisco, sería recomendable a futuro efectuar pruebas a nivel campo y laboratorio, de la resistencia de especies vegetales diversas; al agua, al calor de los flujos geotermales y al vapor geotérmico. Para poder recomendar con seguridad una o unas especies vegetales o hasta especies animales, en el caso de llegar a probar con peces una posible adaptación en estanques con agua geotermal. Para tratar de obtener los mayores beneficios en la conservación de los recursos naturales.

XII.- GLOSARIO DE TERMINOS UTILIZADOS.

ABRUPTAS.- Cortadas a pico. Sinónimo de escarpado.

AFLORES.- Asomar un mineral a la superficie de un terreno.

DELEZNABLE.- Que se rompe fácilmente. Referente a los suelos, que son muy resbaladizos.

DENDRITICO.- (del griego dendron, árbol). Dícese de los arroyos - cuando tienen muchos ramales.

DEPOSITOS DE ALUVION.- Es un material que está formado por alteración y erosión de la roca, compuesto por residuos de vegetales y material de acarreo que van dejando los agentes erosivos. Este material se observa en las partes bajas de los valles y en depresiones intermontanas.

DERRAME DE FISURA.- Prolongación de una estructura o una fractura

DERRAME IGNI-MERITICO.- Roca de composición ácida de textura ignimbrítica y estructura masiva. En éste tipo de roca se observan --- fragmentos piroclásticos de matriz desvitrificada.

DERRAME RIOLITICO.- Rocas de origen extrusivo de estructura semi-compacta y textura vítrea, estan formando domos de los que han tomado el nombre de domos riolíticos.

DETRITUS.- Residuo de la desagregación de un cuerpo. Sinónimo de desperdicio.

DIATOMITAS.- Familia de algas unicelulares de color pardo.

DOMOS.- Levantamiento en forma de cúpula. Caracterizado por roca riolítica.

ECOLOGIA.- Estudio de las relaciones entre los organismos y el medio en que viven.

ENDOGENA.- Dícese de elementos que nacen en el interior del órgano que lo engendra.

EROSION.- Es un desgaste causado por agentes naturales como el -- agua, viento, tierra, etc.

ESTRATIGRAFIA.- Parte de la geología que estudia las rocas en -- forma de estratos o capas sobrepuestas.

EXTRUSIVA.- Roca de composición ácida.

FENOTIPICA.- Conjunto de caractéres hereditarios comunes a una -- determinada especie vegetal o animal debido a la existencia de gé-- nes semejantes.

FITOTOXICO.- Que resulta venenoso para las plantas.

FLUVIAL.- Perteneciente a los ríos.

FRAGMENTOS PIROCLASTICOS.- Partículas de roca formadas por el -- fuego.

FREATICO.- Dícese de las aguas acumuladas en el subsuelo sobre una -- capa impermeable.

FUMAROLAS.- Manifestaciones en las zonas volcánicas, por donde sa-- len gases sulfurosos o vapor.

GEOFISICOS.- Estudios auxiliados por la física. Para conocer la re -- sistividad y conductividad de una zona.

GEOLOGICOS.- Estudios auxiliados por la geología. Para conocer ti-- pos de roca y edades de las mismas.

GEOQUIMICOS.- Estudios auxiliados por la química. Para denotar ele -- mentos químicos en las aguas o rocas de una zona.

GEOTERMIA.- Aprovechamiento racional del calor interno de la tierra.

GEOTERMICO.- Relativo a la geotermia.

GEOTERMOELECTRICOS.- El aprovechamiento del calor de la tierra - para producir energía.

GRABEN.- Está compuesto por dos estructuras emergentes entre sí, llevando una misma dirección que probablemente se corten en un punto.

HIDROGRAFIA.- Parte de la geografía física que estudia la hidrosfera.

IGNEA.- De fuego o que tiene alguna de sus cualidades. En el caso de las rocas ígneas, que son producidas por acción de fuego.

ION.- Atomo o grupo de átomos que llevan una carga eléctrica, debido a la pérdida o ganancia de algún trabajo.

MATERIAL PUMICITICO.- Material compuesto por roca vitrea en una matriz pumicítica.

MATERIAL RIOLITICO.- Material compuesto por roca vitrea en una matriz riolítica.

NECROSIS.- (del griego Nekros, muerte). Gangrena de un tejido. - Cuando por un agente extraño a la fisiología normal de una planta provoca la muerte de las partes de la misma.

PARAMETROS.- Cantidad indeterminada que entra en la ecuación de algunas curvas y cuyas variaciones permiten obtener todas las curvas de la misma.

PARTEAGUAS.- Es una Zona alta donde parten los drenes naturales hacia varios lados.

PLUVIAL.- Relativo a la lluvia.

ROCAS ANDESITICAS.- Roca de composición ácida de color gris verdoso presentandose en texturas porfídicas, microlíticas y lajeadas. Con algunos minerales como cuarzo y sílice.

SALINERA.- Agua salada. Remanente del agua geotérmica.

SEDIMENTACION.- Formación de sedimentos. Progresión lenta de un depósito.

SEDIMENTOS LACUSTRES.- Material depositado por la disgregación de rocas ígneas. Presentan un color blanco y textura clásica.

SUBINERME.- Dícese de los matorrales sin espinas.

TERCIARIO.- Era geológica precedente a la actual era cuaternaria, caracterizada por el plegamiento alpino y la diversificación de los mamíferos. Duró alrededor de 70 m.a.

TEXTURA MICROLITICA.- Roca de matriz microcristalina, presentando microlitos como material cementante.

TOCONES.- Parte del tronco que queda unida a la raíz cuando cortan un árbol.