



Organizado por:



# I CONGRESO DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN LA EDIFICACIÓN Y LA INDUSTRIA

Madrid, 15 – 16 de octubre del 2008

## YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS. INVESTIGACIÓN Y EXPLOTACIÓN.

JOSÉ SÁNCHEZ GUZMÁN. Ingeniero de Minas.  
Tecnología y Recursos de la Tierra SA

## ÍNDICE (DEFINICIONES)

**ENERGÍA GEOTÉRMICA.** Calor interno de la Tierra

**RECURSO GEOTÉRMICO.** Energía geotérmica concentrada y extraíble técnicamente

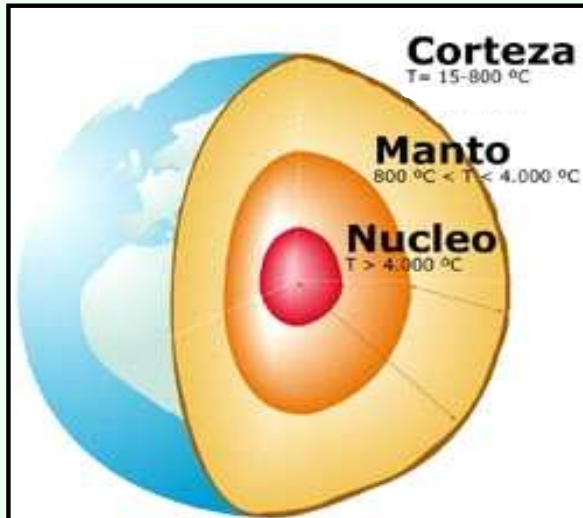
**YACIMIENTO GEOTÉRMICO.** Recurso geotérmico cuya explotación es viable económicamente

**YACIMIENTO DE ALTA TEMPERATURA.** Foco de calor + Roca permeable + Capa impermeable

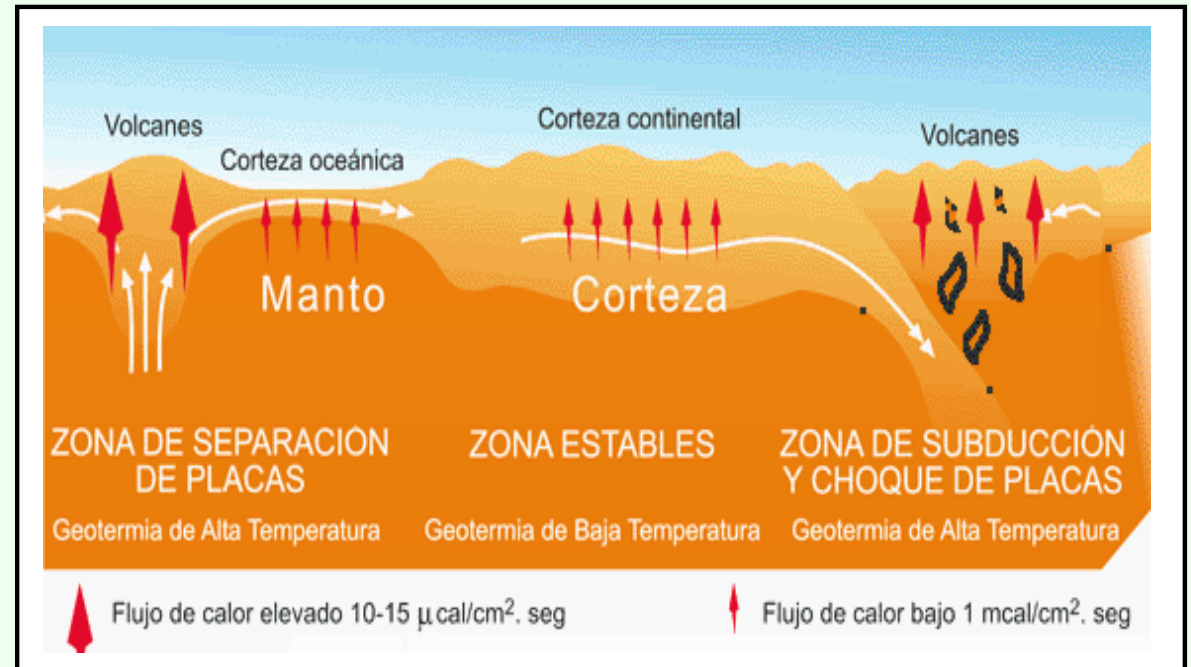
**YACIMIENTO DE BAJA TEMPERATURA.** Roca permeable + Centro de consumo

**INVESTIGACIÓN DE YACIMIENTOS.** Búsqueda de recursos explotables económicamente

**EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTOS.** Transformación de la energía geotérmica en una energía utilizable



Estructura interna de la Tierra



Distribución del flujo de calor: zonas estables y zonas inestables



GeoEner

# TIPOS DE YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS. INVESTIGACIÓN Y EXPLOTACIÓN.

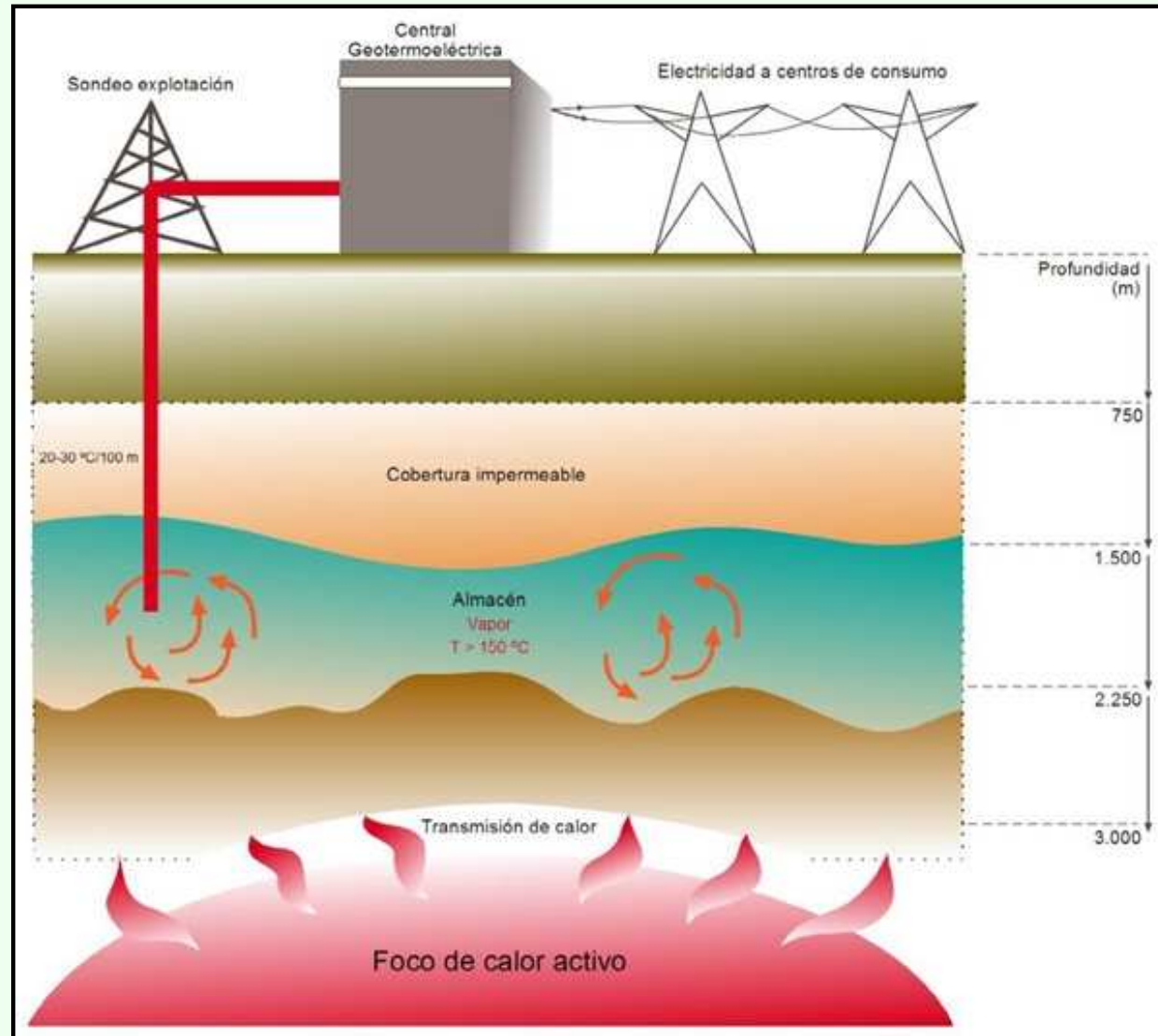
José Sánchez Guzmán



Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid  
Energy Management Agency  
Intelligent Energy - Europe



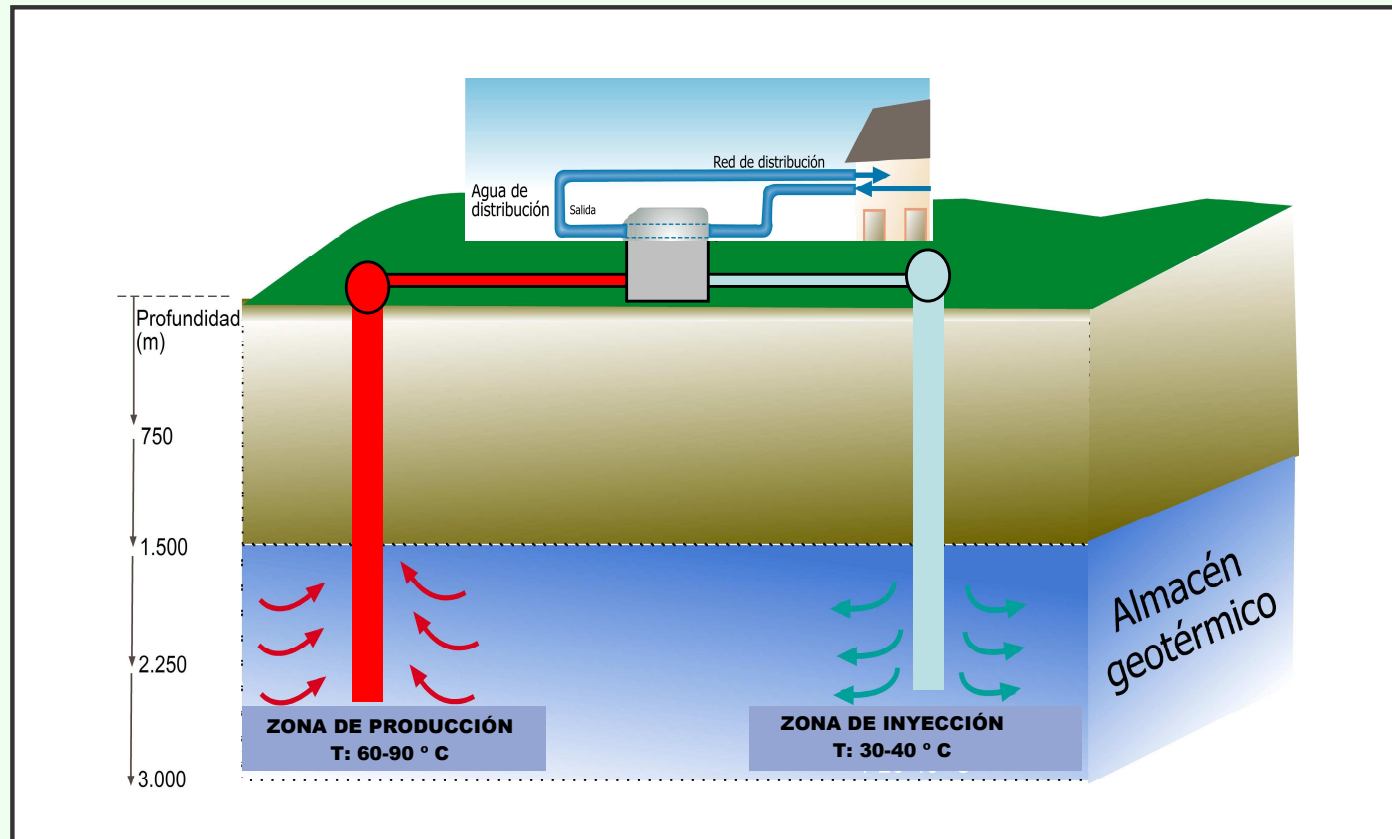
La Suma de Todos  
Comunidad de Madrid  
www.madrid.org



Yacimiento de alta temperatura



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.



Yacimiento de baja temperatura

## Investigación de yacimientos geotérmicos de alta temperatura (Aplicación: Producción de Electricidad)

FASE I: RECONOCIMIENTO			
Finalidad	Etapas	Objetivos	Técnicas Empleadas
<b>SELECCIÓN DE REGIONES GEOTÉRMICAS. PROPOSICIÓN DE PROGRAMAS PARA CADA REGIÓN.</b>	I. Recopilación y evaluación de Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedentes</li> <li>• Documentación</li> <li>• Planificación etapas posteriores</li> </ul>	Bases topográficas, fotografía aérea, imagen de satélite, mapas geológicos distintas escalas, bibliografía fuentes termales, sondeos profundos, geofísica general, etc.
	II. Investigación de Campo y Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de cámara magmática</li> <li>• Geoquímica aguas termales</li> </ul>	Geología (Tectónica, Estratigrafía, Volcanología, Sismicidad), Hidrogeología (Química de aguas termales, de aguas frías)
	III. Tratamiento de datos e interpretación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición procesos agua-roca</li> <li>• Síntesis hidrogeológica</li> <li>• Síntesis geológica</li> </ul>	Tratamientos estadísticos, cálculos geotermométricos, equilibrio fluido-roca, hidroquímica.
	IV. Conclusiones y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección regiones geotérmicas, priorizándolas</li> <li>• Modelo probable de yacimiento</li> <li>• Programas propuestos de investigación</li> </ul>	Geología, Hidrogeología.

## Investigación de yacimientos geotérmicos de alta temperatura (Aplicación: Producción de Electricidad)

FASE II: PREFACTIBILIDAD			
Finalidad	Etapas	Objetivos	Técnicas Empleadas
<b>SELECCIÓN DE ÁREAS.</b>  <b>ESTIMACIÓN POTENCIAL GEOTÉRMICO.</b>  <b>PROPOSICIÓN DE MODELO DE YACIMIENTO</b>	I. Estudio Geológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuente de calor</li> <li>Estructura geológica</li> <li>Definición de Almacén y Cobertera</li> </ul>	Cartografía geológica, fotogeología, tectónica, estratigrafía, sedimentología, volcanología, petrografía, geoquímica, geocronología.
	II. Estudio hidrogeológico y geoquímica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quimismo de las aguas</li> <li>Condiciones de equilibrio agua-roca</li> <li>Proceso de los fluidos, recarga, circulación, escapes</li> </ul>	Hidrología, hidrodinámica, hidroquímica, geoquímica de volátiles, técnicas isotópicas, geotermometría, etc.
	III. Estudios geofísicos estructurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de estructuras geológicas</li> </ul>	Gravimetría, teledetección, magnetometría.
	IV. Estudios geofísicos de detalle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir y delimitar anomalías geotérmicas</li> </ul>	Prospección eléctrica, electromagnéticos, magnetotélrica, sísmica de refracción, ruido sísmico, microterremotos, polarización espontánea, termometrías, etc.
	V. Selección de puntos de prospección y Evaluación de potencial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir los puntos de máxima anomalía</li> <li>Cálculo del potencial geotérmico</li> <li>Definición del modelo de yacimientos</li> </ul>	Síntesis geológica e hidrogeológica. Evaluación de yacimientos.

## Investigación de yacimientos geotérmicos de alta temperatura (Aplicación: Producción de Electricidad)

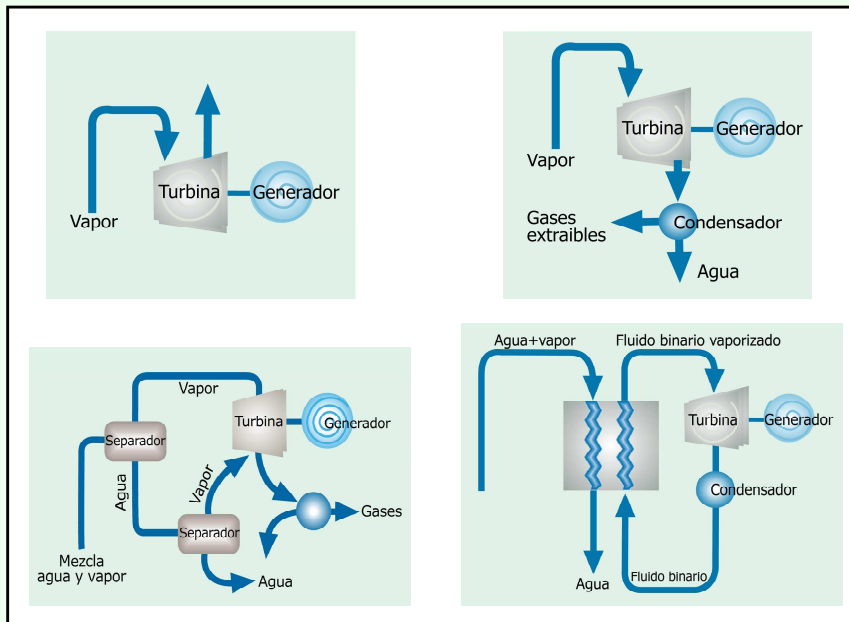
FASE III: FACTIBILIDAD			
Finalidad	Etapas	Objetivos	Técnicas Empleadas
<b>CONFIRMACIÓN DEL YACIMIENTO.</b>  <b>VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE SU EXPLOTACIÓN.</b>	I. Estudio del yacimiento geotérmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmar el modelo de yacimiento</li> <li>• Evaluar las características del almacén</li> </ul>	Sondeos exploratorios profundos de pequeño y de gran diámetro. Estudios petrográficos. Ensayos y medidas de porosidad, permeabilidad sobre testigo. Pruebas de presión. Diagrafías eléctricas. Ensayos de producción, etc.
	II. Estudio de la Gestión Técnica de la Explotación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijar caudales de extracción, tratamiento del fluido, procesos de conversión, etc.</li> </ul>	Evaluación de almacenes. Geoquímica. Termodinámica.
	III. Estudio de la Gestión Económica de la Explotación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir el mercado de consumidores</li> <li>• Evaluación de inversiones y costos de explotación</li> <li>• Cálculo de la rentabilidad económica</li> </ul>	Estudio de mercado. Estudios de financiación. Cálculo de costes.

## FASE IV: DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN

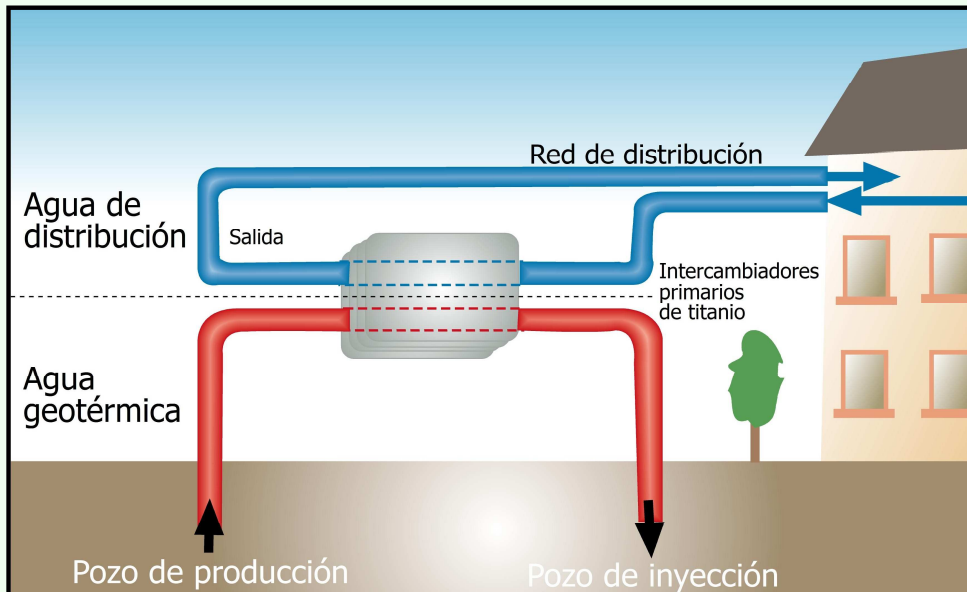
### COMERCIALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CAMPO GEOTÉRMICO

## Investigación de yacimientos geotérmicos de baja temperatura (Aplicación: Usos directo del calor)

FASE I: ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS			
Finalidad	Etapas	Objetivos	Técnicas Empleadas
SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE OBJETIVOS DE EXPLOTACIÓN	I. Documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedentes</li> <li>• Planificación etapas posteriores</li> </ul>	Geología, geofísica, hidrogeología
	II. Evaluación de información y selección de áreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir almacenes explotables</li> <li>• Seleccionar puntos favorables</li> <li>• Definir el modelo geotérmico</li> </ul>	Geología, hidrodinámica, hidroquímica, evaluación de almacenes
FASE II: ESTUDIOS DE ALMACENES			
Finalidad	Etapas	Objetivos	Técnicas Empleadas
CONFIRMAR LAS HIPÓTESIS GEOLÓGICAS Y DEFINIR CONDICIONES DE EXTRACCIÓN DEL RECURSO	I. Perforación de sondeos profundos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmar el modelo previsto</li> <li>• Seleccionar almacenes</li> </ul>	Sondeos profundos, diagrfías, pruebas de producción, ensayos sobre testigo.
	II. Evaluación del yacimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las características hidráulicas del almacén</li> <li>• Estimar el potencial térmico explotable</li> </ul>	Bombeos de larga duración, diagrfías, evaluación de almacenes, hidroquímica.
FASE III: FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA			
Finalidad	Etapas	Objetivos	Técnicas Empleadas
DEFINIR LAS CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y ESTUDIAR LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA EXPLOTACIÓN	I. Estudio térmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elegir los utilizadores</li> <li>• Definir el aporte geotérmico y seleccionar el sistema</li> </ul>	Estudios de mercado, análisis energético de sistema de utilización
	II. Balance energético, económico y financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir los parámetros económicos del sistema</li> </ul>	Análisis energético, cálculo de inversiones y costes, estudios de financiación
	III. Montaje jurídico y administrativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir el modelo de empresa explotadora y modo de operación</li> </ul>	Estudios jurídicos. Estudios de mercado.



**Aprovechamiento de energía geotérmica de alta temperatura**



**Aprovechamiento de energía geotérmica de baja temperatura**