

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

YACIMIENTOS DE ORO DE PLACER CON ENFASIS
EN EL AGUILA, RIO YAQUI, SONORA.

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE

GEOLOGO

PRESENTA

Luis Antonio Encinas Renteria

HERMOSILLO, SONORA AGOSTO 1987

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



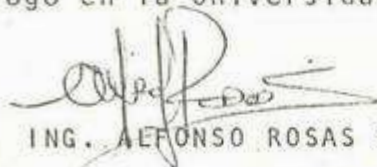
Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



NOMBRE DE LA TESIS: " YACIMIENTOS DE ORO DE PLACER CON ENFASIS
EN EL AGUILA, RIO YAQUI, SONORA "

NOMBRE DEL SUSTENTANTE: LUIS ANTONIO ENCINAS RENTERIA

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.



ING. ALFONSO ROSAS SOLIS

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

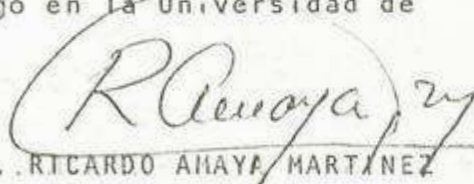


GEOL. MARGARITA DE LA O VILLANUEVA

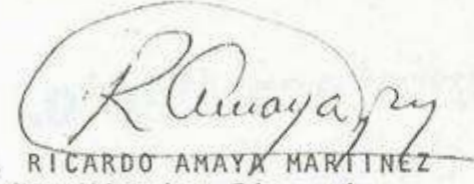
El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.



EL PABLO DE MIS HIJOS
PARA MI GRANDEZA
DEPARTAMENTO DE
GEOLOGIA



ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ



ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ
Coordinador Ejecutivo

RMA*ag

Biblioteca Depto. de Geologia

Dedicatoria:

A Servando y Dolores:

Mis padres, un gran ejemplo a seguir.

A:

Laura Elena

Gustavo

Guadalupe

Francisco

Consuelo

Jorge

Servando

Angelica

Susana

Mis hermanos. Gracias por su confianza y paciencia.

A mis amigos. Por los ratos buenos y malos que hemos pasado.



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA



BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

Agradecimientos

Deseo hacer patente mi más sincero y profundo agradecimiento a la Universidad de Sonora, y a la Compañía Servicios Industriales Peñoles S.A. de C.V. Muy en especial a los Ingenieros Alfonso Rosas S. y Jaime López C. por su gran apoyo y confianza en mi brindadas.

A su vez también quiero agradecer a los Ingenieros José Gaytan, Joaquín Echavez y Víctor de la Garza, por el gran apoyo que han brindado al Proyecto "El Aguila"

Al Ing. Javier Arzate por sus consejos.

Al Ing. José Rueda.

A todos los compañeros de trabajo

Y de una manera muy especial a los trabajadores de campo del Proyecto "El Aguila" por gran ayuda y afecto.

A mis Maestros.

INDICE

RESUMEN	Pag.
I QUE ES EL ORO	
1.- CARACTERISTICAS GENERALES.....	2
1.1.- DEFINICION	2
1.2.- PROPIEDADES.....	2
1.3.- MINERALOGIA.....	3
1.4.- CLASIFICACION DE PARTICULAS DE ORO DE PLACER.....	5
2.- USOS.....	6
3.- CLASIFICACION DE DEPOSITOS DE ORO.....	7
4.- CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DEL ORO DE PLACER.....	8
5.- PROPIEDADES FISICAS DE ORO UTILIZADAS PARA SU CONCENTRACION.....	10
II QUE ES UN DEPOSITO DE PLACER	
1.- DEFINICION	12
1.1.- ASOCIACION MINERAL.....	12
1.2.- FUENTES DE ORO	13
1.3.- HORIZONTE ECONOMICO O CINTA RICA.....	16
1.4.- COMO SE FORMA UN DEPOSITO DE PLACER.....	16
2.- FACTORES IMPORTANTES PARA LA FORMACION DE UN DEPOSITO DE PLACER	18
2.1.- FACTOR GEOMORFOLOGICO	18
2.2.- FACTOR TECTONICO	23
2.3.- FACTOR CLIMATICO	23
2.4.- FACTOR HIDROLOGICO	24
3.- CLASIFICACION Y MECANISMOS DE FORMACION DE LOS DEPOSITOS DE PLACER	
3.1.- PLACERES ELUVIALES	25
3.2.- PLACERES ALUVIALES	26
3.3.- MECANISMOS DE FORMACION	27
3.3.1.- DESVIACION DE DETRITOS POR ARROYOS.....	31
3.3.2.- DESGASTE DE FRAGMENTOS	39

3.3.3.- DEPOSITACION DE DETRITOS Y CONCENTRACION DE MINERALES VALIOSOS	41
3.3.3.1.- HIPOTESIS I.....	41
3.3.3.2.- HIPOTESIS II	42
3.4.- PLACERES DE PLAYA	44
3.5.- MECANISMOS DE FORMACION	44
3.6.- PLACERES EOLICOS	48
3.7.- MECANISMOS DE FORMACION	49
3.8.- PLACERES GLACIALES Y POSTGLACIALES	49
3.9.- TRANSPORTACION POR HIELO	50
3.10.- CLASIFICACION DE ACUERDO A LA DISTRIBUCION DE VALORES	50
3.10.1.- MUY PERSISTENTES	50
3.10.2.- PERSISTENTES	50
3.10.3.- NO PERSISTENTES	52
3.11.- DEPOSITOS DE PLACER FOSILES	52
3.12.- PLACERES SEPULTADOS	55

III DEPOSITOS DE PLACER IMPORTANTES EN EL MUNDO

1.- BRASIL	
1.1.- TAPAJOS	58
1.2.- RIO MODEIRA	60
2.- U.R.S.S.	
2.1.- DEPOSITO DE BELAYA GORA (MONTAÑA BLANCA)	62
3.- ESTADOS UNIDOS	
3.1.- YUBA PLACER CALIFORNIA	66
4.- CANADA.....	68
4.1.- DISTRITO DE KLONDIKE	68

IV EJEMPLO DE UN DEPOSITO DE ORO DE PLACER EN MEXICO.

1.- LOCALIZACION	73
2.- GEOLOGIA GENERAL	75
3.- DEPOSITOS CUATERNARIOS	78
3.1.- TERRAZAS	78
3.2.- PLAYAS DE RIO.....	85
3.3.- CANAL RELLENO	89

VI EQUIPO UTILIZADO EN EL MINADO DE UN DEPOSITO DE ORO DE PLACER.

1.- MINADO A PEQUEÑA ESCALA	
1.1.- BATEA	104
1.2.- MECEDORA	105
1.3.- CAJA HUMEDA O CANAL CORTO	106
1.4.- CAJA FLANERA	107
1.5.- CANOA	107
1.6.- RIFLES	109
2.- MAQUINARIA PARA LAVADO A PEQUEÑA ESCALA.....	110
2.1.- BATEA MECANICA	110
2.2.- DENVER TROMMEL-JIGS UNIT	111
2.3.- G.B. PORTABLE PLACER MACHINE	111
3.- MINADO A GRAN ESCALA UTILIZANDO DRAGAS.....	112
3.1.- DRAGA DE CABLE DE ARRASTRE	112
3.2.- DRAGA DE CADENA	113
3.3.- DRAGA BECKE-HOPKINS DE UN SOLO CUCHARON	114
3.4.- USO DE JIGS APLICADO AL DRAGADO	115
CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFIA	119

FIG. 1.-	DISTRIBUCION DE VARIAS CLASES Y SUBCLASES DE PLACERES EN UNA SECCION DE VALLE DE RIO.....	19
FIG. 2.-	ESQUEMA GEOMORFOLOGICO DEL VALLE MARKA EN EL PLACER DEL DISTRITO UPPER ISLAND	20
FIG. 3.-	ZONEAMIENTO GEOMORFOLOGICO.....	23
FIG. 4.-	SECCION ESQUEMATICA DE UN PLACER ALUVIAL	28
FIG. 5.-	ESTRUCTURAS DE PLACERES CON DIFERENTES TIPOS DE PISOS.....	28
FIG. 6.-	DIFERENCIACION VERTICAL	30
FIG. 7.-	TRAYECTORIA DE FRAGMENTOS DE MASAS DETRITICAS EN MOVIMIENTO	30
FIG. 8.-	SALTACION DE FRAGMENTOS	33
FIG. 9.-	DIAGRAMA DE LA CORRELACION DE BANCOS DE ARENA Y EXTENSION DE AGUA	35
FIG. 10.-	CAMBIOS EN EL CURSO DE DEPOSITACION DEL FONDO EN UNA SECCION DEL RIO VOLGA.....	36
FIG. 11.-	DISTRIBUCION DE VELOCIDADES DE LAS CORRIENTES DE UN RIO	36
FIG. 12.-	DIAGRAMA QUE MUESTRA LA EROSION Y SEDIMENTACION DE BANCOS DE RIO POR LAS CORRIENTES DE FONDO.....	37
FIG. 13.-	CORRIENTES DEL FONDO EN CONFLUENCIA DE RIOS	37
FIG. 14.-	REMOLINO CERCA DE UNA PROYECCION DEL BANCO ATRAPANDO SEDIMENTOS ALUVIALES	38
FIG. 15.-	DIAGRAMA QUE MUESTRA LAS CORRIENTES DEL FONDO Y LA DISTRIBUCION DE ALUVION EN CHORRO.....	40
FIG. 16.-	DIAGRAMA DE CORRELACIONES DE SALTACION DE PARTICULAS CON FLUJOS DE VELOCIDADES DE CAIDA.....	43
FIG. 17.-	ESTRUCTURA DE UNA LINEA DE COSTA ESTABLE	46
FIG. 18.-	ESTRUCTURA DE UN PLACER DE PLAYA	48
FIG. 19.-	DISTRIBUCION DE MINERALES VALIOSOS EN UN PLACER ALUVIAL.....	51
FIG. 20.-	SECCION DE UN PLACER DE ORO PERSISTENTE	53
FIG. 21.-	SECCION DE UN PLACER DE ORO NO PERSISTENTE	54

FIG. 22.- DIAGRAMA QUE ILUSTRA LA FORMACION DE UN PLACER COM PUESTO	56
FIG. 23.- SECCION DE UN PLACER ALUVIAL CUBIERTO POR UNA CAPA DE BASALTO	56
FIG. 24.- PLANO DE LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	74
FIG. 25.- PLANO GEOLOGICO DEL AREA DONDE SE ENCUENTRA LOCALI- ZADO EL DEPOSITO DE ORO DE PLACER	77
FIG. 26.- PLANO DE LOCALIZACION DE LOS DEPOSITOS CUATERNARIA-- RIOS EXISTENTES	82
FIG. 27.- PLANO GEOLOGICO DE LA TERRAZA EL VILLORO	79
FIG. 28.- PERFIL GEOLOGICO DE LA TERRAZA EL VILLORO	83
FIG. 29.- SECCION DE LA TERRAZA EL VILLORO	86
FIG. 30.- PLANO GEOLOGICO DEL CAJON DEL CATORCE	88
FIG. 31.- PLANO GEOLOGICO DEL CANAL RELLENO EL GARAMBULLO ...	91
FIG. 32.- SECUENCIA A SEGUIR EN UNA PROSPECCION DE ORO DE PLA CER.....	93
TABLA 1.- ASOCIACION TIPICA DE MINERALES DE PLACER PRODUCTO - DE LA DISTRIBUCION DE CIERTOS GRUPOS DE ROCAS Y SUS DEPOSITOS ASOCIADOS.....	15
TABLA 2.- EL PESO DE LOS FRAGMENTOS TRANSPORTADOS PROPORCIONAL A LA VELOCIDAD DEL FLUJO Y SU DIAMETRO.....	32

RESUMEN.

Los placeres son depósitos formados por la desintegración de rocas y sedimentos ya existentes y con la ayuda de un buen transporte, tiene posibilidades de concentrarse y formar depósitos de minerales valiosos, el oro entre uno de ellos. Para que un mineral forme parte de un depósito de placer debe cumplir con 3 requisitos principalmente que son los siguientes:

- 1.- Alto peso específico
- 2.- Estabilidad química en la zona de oxidación
- 3.- Fuerza física adecuada

Los depósitos de placer para facilitar su estudio se dividen en Eluviales, Deluviales, Proluviales, Aluviales (Barras, Canales, Deltas, Valles y Terrazas), Lacustres de Playa, Glaciares y Eólicos. Esta división es en base a su origen y la cercanía de la fuente.

Existe otra división considerando la forma de su concentración de minerales valiosos en Persistentes, No persistentes y muy persistentes. Para la formación de un depósito de placer intervienen varios factores como son la geomorfología, hidrología, tectónica y el clima. Geomorfológicamente las zonas de valles maduros son los territorios más favorables para la formación de placeres de valle y terraza, que son los tipos de placer más comunes o probables de depositarse en nuestra Región. En cuanto al factor hidrológico, las mejores condiciones para la formación de placeres se desarrollan en ríos en los cuales la distribución de volúmenes de agua no es uniforme.

En el aspecto climático, los climas tropicales son los que afectan más al intemperismo y ayudan a la descomposición de la roca, que aunado a un buen transporte, tenderán a formar un depósito de placer. Cuando se cumplen las características principales (descomposición por meteorización y un buen transporte) y la existencia de fuentes primarias como pueden ser vetas, stockworks, cuerpos diseminados, etc., habrá grandes posibilidades de la formación de un depósito de oro de placer.

Se pueden citar varias localidades donde ha habido un auge en la explotación de este tipo de depósitos principalmente en U.R.S.S., en las márgenes del Río Lena; en Estados Unidos en los Estados de Arizona y California.

En Brasil, en Tapajós, Australia en Victoria, Canadá en Klondike, etc, y también se incluye México.

Y precisamente en este trabajo se hace un estudio de un depósito que se localiza en márgenes del Río Yaqui. La finalidad de este trabajo es la de determinar el potencial existente en dicha área para así establecer la costeabilidad de su explotación con la aplicación de maquinaria pesada para el lavado de grandes volúmenes de grava.

Otra finalidad de este trabajo fue la creación de un método de exploración de un depósito de placer para la evaluación de dichos depósitos.

I.- QUE ES EL ORO

1- CARACTERISTICAS GENERALES.

1.1.- DEFINICION.

El oro tiene el simbolo quimico Au, y es el elemento quimico con número atómico 79, de la clasificación periódica de los elementos. Es el metal precioso más conocido, se encuentra en el grupo IB de la tabla periódica junto con elementos como el cobre y la plata. También se le denomina metal moneda, debido a que se ha usado ampliamente para acuñar monedas.

Es un elemento poco activo quimicamente, sus propiedades físicas se derivan de sus átomos, debido a la tendencia que tienen a ceder un electrón de su última orbita.

1.2.- PROPIEDADES.

El oro es extremadamente maleable y dúctil. Se pueden formar lingotes, puede ser torcido, moldeado o martillado en frio.

Puede ser laminado hasta alcanzar un espesor de 0.015 mm.

Con una onza de oro se puede cubrir una superficie equivalente a 30 m² o hacer un hilo de aproximadamente 90 Km. de longitud.

Su limite de elasticidad es de 4 Kg/mm².

Es aplicable en la soldadura autogena por su alta conductibilidad termica y electrica.

Es uno de los dos metales menos activos quimicamente.

No se oxida ni se oscurece en el aire. Es inerte a soluciones alcalinas y acidas.

Para disolverlo quimicamente se impregna de un agente oxidante con otro capaz de formar compuestos como ocurre con la mezcla de acido nitrico y ácido clorhidrico, denominado agua regia.

En la siguiente tabla se ilustran las principales propiedades físicas del oro. (Da Silva - 1984)

Símbolo ----- Au
 Sistema de cristalización ----- cúbico
 Número atómico ----- 79
 Peso atómico ----- 196,197
 Isótopos ----- 186, 188, 196, 197, 198, 201 y 203
 Dureza (Esc. de Mohs) ----- 2.5 a 3
 Punto de fusión (°C) ----- 1063
 Punto de ebullición(°C) -----2970
 Resistividad eléctrica a 20°C (micro-ohm/cm) ----- 2.44
 Conductividad térmica a 20°C (cal/seg/cm2/°C) ----- 0.74
 Susceptibilidad magnética específica (c.g.s.) ----- 0.15 x 10e6
 Fuerza de tensión aproximada (lb/pulg2) ----- 19.0
 Módulo de elasticidad aproximada (lb/pulg2) -----11.6 x 10e6
 Calor específico a 20°C (cal/gr) ----- 0.0306
 Calor latente de fusión (cal/gr) -----15.0
 Calor latente de vaporización (cal/gr) -----446
 Densidad a 20°C (gr/cm3) destilado a vacío -----18.88
 Densidad a 20°C (gr/cm3) fundido ----- 19.3
 Coeficiente de expansión lineal (18° → 100°C)----- 14.3 x 10e6

1.3. MINERALOGIA

Su mineralogía es relativamente simple.

Cristaliza en el sistema cúbico y ocurre en la mayoría de las veces en forma de octaedros y en menor frecuencia como romboedros.

En su estado natural es frecuente que ocurra como agregados reticulares, dendríticos, arborecentes, filiformes, esponjosos, capilares, placoides, escamosos, laminares y en forma de paletas. Es común también encontrarlos en impregnados cuarzosos.

El oro es el metal más dúctil y maleable, insoluble en ácidos normales y soluble en agua regia.

Posee dos estados de oxidación, auroso y aurico.

Además de su estado natural también ocurre como telururos; Silvanita (Au,Ag)Te₄; Calaverita AuTe₂; Pitzita (Ag,Au)₂Te;

Nagyagita $PbsAu(TeSb)_4Ss$ y además Aurostibita $AuSb_2$; Fischesserita Ag_3AuSe_2 y Maldonita AuB , completando la mineralogía del oro.

Su pureza es bastante elevada, y se mide en partes por mil, representadas casi siempre por la relación 1.000 Au (Au+Ag), es oro nativo si es igual a 900 o 90% Au.

El oro nativo tiene de 85 a 95% de oro, complementando el 100% con plata, cobre, platino, bismuto, mercurio, paladio, antimonio, rutenio, iridio y uranio pudiendo así mismo dar las siguientes unidades:

Oro Argentífero con 5% o 10% de Plata.

Oro Cuprífero con 10% o 20% de Cobre.

Oro Paladiado con 5% o 10% de Paladio.

Oro Platinífero con 10% de Platino y

Oro Bismútico con 3% de Bismuto.

El color normal del oro es amarillo, pudiendo formar mezclas con otros minerales, y de esta forma adquiere un color blanco cuando esta mezclado en diferentes proporciones con plata, níquel, paladio y zinc.

Existen variedades verdes cuando esta mezclado con cadmio, azul y rojo cuando se mezcla con fierro y aluminio respectivamente.

EQUIVALENCIA DE QUILATES, MILESIMAS Y UTILIZACION DEL ORO.

QUILATES (K)	MILESIMAS	UTILIZACION
24	1000/1000	Lingotes
23	958/1000	Monedas
22	916/1000	Monedas/Prótesis
21	875/1000	Monedas/Prótesis
20	833/1000	Joyería/Medallas
18	750/1000	Joyería
14	583/1000	Joyería
12	500/1000	Joyería y Electrónica
10	416/1000	Electrónica

COMPOSICION DE LIGAS DE ORO

QUILATES (K)	% DE ORO	% DE PLATA	% DE COBRE
24	100.0		
22	91.6	4.2	4.2
18	75.0	12.5	12.5
14	58.4	20.8	10.8
12	50.0	25.0	25.0
10	41.6	29.2	29.2

1.4.- CLASIFICACION DE PARTICULAS DE ORO DE PLACER.

El oro de placer varia en cuanto al rango de clasificaci3n; desde pepitas de varias onzas de peso a libras, a peque1as manchitas o colores, conocida como harina de oro.

Una clasificaci3n de oro tomando su tama1o como referencia es la de Elementos de Minado de Young* y es de la siguiente manera:

Oro Grueso.- Es aquel que pasa por la criba 10

Oro Mediano.- Es aquel que pasa la criba 20 a la 10 (aprox. 2200 colores por onza).

Oro Fino.- Es aquel que pasa la criba 20 a la 40 (aprox. 12000 colores por onza).

Oro muy Fino.- Es aquel que pasa por la criba 40 (aprox. 40000 colores por onza).

Harina de Oro.- No definida, pero mucho mas fino que el oro muy fino.

*Young George J. Elements of mining. 3rd. ed. Mc. Graw-Hill Book Company Inc. New York, 1932. P.426.

2.- USOS.

El oro es muy importante, tanto en la industria como en las artes, es importante también en el mercado y comercio. Fue considerado en épocas pasadas como un metal netamente monetario, la mayor parte del oro producido pasaba a formar parte de tesoros nacionales o bancos centrales. A partir de 1959 se empezó a utilizar en la industria y la ciencia, además del aspecto monetario.

Aproximadamente 35000 toneladas que corresponden a más de 1/3 parte de todo el oro extraído en el mundo, forma parte de un capital inmovilizado por los acuerdos firmados por los países más industrializados (a pesar de las disposiciones por parte de algunos gobiernos).

Uso Industrial.- En la industria de la joyería tiene una amplia utilización debido a las propiedades estéticas, así también como por su elevada resistencia a la corrosión y a su inigualable capacidad de reserva de valor.

El oro en estado puro tiene propiedades de maleabilidad, se puede torcer y es muy flexible, y se puede laminar, lo que lo hace muy útil en la joyería, y se puede combinar con otros elementos como son la plata, cobre, zinc, níquel, paladio y aluminio por ser un metal denso, dúctil, no corroible, conductor de calor y electricidad, el oro reduce la resistencia en contactos eléctricos, lo cual lo hace muy útil en la fabricación de placas susceptibles a pequeñas corrientes que necesitan amplia confiabilidad.

Por sus propiedades lubricantes, actuando como deslizante y adherido a los sustratos, el oro es muy utilizado en componentes de computadoras electrónicas, en circuitos semiconductores, en caminos de circuitos integrales y relays.

Conductores para plugs telefónicos, circuitos impresos y circuitos de baja energía utilizan finas partículas de oro. Potenciómetros de alta resistencia, resistencias, guías de onda, tubos de electrones, válvulas térmicas, equipos de vacío y capacitores utilizan el oro debido a propiedades que se refieren

principalmente a la conductividad térmica y eléctrica.

Sus propiedades físicas, químicas y bioquímicas lo hacen útil en otros aspectos como la industria textil, impresión, papel, platinos, laminación de vidrios, visores, equipos especiales. Aprovechando su elevada reflectividad óptica que le da su radiación, lo hace útil en la ingeniería civil, aplicado como recubrimiento brillante, en cúpulas de edificios, floreros, pilas etc. En la medicina, el aurotiomolato de sodio se aplica en tratamientos de artritis reumatoide.

En estado líquido, en pastas, puro o en hilos tiene gran aplicación en la industria de la cerámica, porcelana, fibra de vidrio, cristales, trabajos manuales de decoración, termómetros de resistencia para bajas temperaturas, fusibles térmicos, etc. También es ampliamente utilizado en la odontología como elemento para prótesis dental.

3.- CLASIFICACION DE LOS DEPOSITOS DE ORO.

El oro es un metal que ocurre en ppm en diferentes ambientes de la tierra, en regiones oceánicas profundas se encuentra en 0.0004 ppm y en cuanto a las costas y continentes, su presencia es el orden de 0.003 ppm.

El background del oro en rocas máficas es de 0.007 ppm y a mayor contenido de sílice el oro aumenta.

Dentro de la clasificación de los depósitos de oro existen 3 importantes; la de Bateman, Boyle, y la de Simons & Prinz's.

La clasificación de Bateman (1950) es la más genética y la subdivide en depósitos magmáticos, metasomáticos de contacto, de reemplazamiento (macizo, filones y diseminado), concentraciones mecánicas y concentraciones residuales.

La clasificación de Boyle es más descriptiva y comprende los siguientes tipos:

- Diques, sills, stocks, porfidos, cuerpos graníticos, aplíticos y pegmatíticos.
- Depósitos tipo Skarn.

- Depósitos tipo Au-Ag y Ag-Au en vetas, stockworks, masivo y cuerpos irregulares silicificados en fracturas, fallas, zonas de cizalla, zonas brechadas, en terrenos esencialmente volcánicos.
- Vetas, masas, capas horizontales, lentes, fracturas, planos de discordancia, pliegues como obstáculo, zonas de brecha, anticlinales, zonas de reemplazamiento tabulares e irregulares.
- Depósitos de oro en conglomerado cuarzoso.
- Depósitos de placer eluviales y aluviales.
- Fuentes diversas de oro.

La clasificación de Simons & Prinz's (1984) está más completa que todas y divide a los depósitos en 6 tipos:

- Vetas de cuarzo y bonanzas.
- Depósitos de placer fluviales juvenes.
- Depósitos de placer fluviales antiguos.
- Depósitos de placer marinos.
- Depósitos de oro diseminado.
- Depósitos de oro como sub-producto.

4.- CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DEL ORO DE PLACER.

Para la identificación del oro de placer, se deben considerar ciertas características entre las cuales están las siguientes:

1.- Color.

El oro puro es de color amarillo latón, pero en placeres se encuentra recubierto y generalmente mezclado con algo de plata, y a veces cobre.

La plata tiende a hacerlo claro sin cambiar sus otras características, y el alto porcentaje de plata hace al oro blanco, con un ligero tono amarillento.

2.- Gravedad Específica.

La gravedad específica del oro puro es de 19.3. En otras palabras, si se toma un volumen de oro puro es más o menos 19 veces más pesado que su volumen equivalente de agua, es una o una y media veces tan pesado como el mercurio, más del doble de pesado que el cobre, dos o dos veces y media más pesado que el fierro, cerca de 7 veces más pesado que el cuarzo y más de 8 veces más pesado que la arena ordinaria seca.

3.- Maleabilidad y Ductibilidad.

Cuando el oro es amartillado en un yunque, es achatado sin agrietarse o romperse.

Una hoja de cuchilla es necesaria, o una herramienta de corte similar para identificar el oro de la misma manera que si fuera plomo metálico.

La pirita de fierro y la pirita de cobre y otros minerales que son confundidos fácilmente con el oro, son frágiles y quebradizos fácilmente cuando son martillados, y son reducidos a colores oscuros.

Las micas son mucho más blanda que el oro, no se quiebra cuando es martillada, se puede machacar con dificultad para pulverizarla.

4.- Solubilidad.

El oro no puede ser disuelto en ningún ácido, como el ácido nítrico, hidrociorhídrico, sulfúrico, etc. Sin embargo, es soluble en agua regia que consiste de un volumen de ácido nítrico concentrado mezclado con dos volúmenes de ácido hidrociorhídrico concentrado.

Las soluciones de agua regia tornan al oro morado si se le añade cloro estañoso, cuando se le agrega sulfato ferroso en solución semejante se forma un precipitado café.

5.- PROPIEDADES FISICAS DEL ORO UTILIZADAS PARA SU CONCENTRACION.

La alta gravedad especifica del oro y las características de amalgamación son dos propiedades del oro utilizadas como métodos de concentración.

Concentración por gravedad.

Debido a su alta gravedad especifica, el oro cuando es suspendido en agua o aire se precipita con una mayor rapidez que otros minerales ligeros con los cuales se encuentra mezclado en los placeres, esto hace posible separarlo y concentrarlo. Esta propiedad permite el uso de métodos de concentración por gravedad como: lavar arenas en una batea (rocking), mover arenas con corrientes de agua, lavado en seco, u otro cualquier método. El oro en escamas, poroso o en harina, tiende siempre a flotar en agua en movimiento, y en lavado en seco el oro es apto a alejarse formando colas, tiende a flotar en agua con aceite, grasosa o en presencia de arcillas.

Amalgamación.

La amalgamación es el proceso de unir mercurio con otro metal. La amalgamación es usada durante el proceso de minado de placer, y esta basado en el hecho de que cuando el oro limpio y brillante es puesto en contacto con mercurio limpio, especialmente por acción de frotación o trituración, el mercurio se adhiere y abriga al oro formando una mezcla. Cuando las partículas de mercurio abrigadas en oro vienen en contacto con otras, se hacen desprender juntos, cementadas o soldadas resultando una masa o pasta de oro amalgamado. El mercurio se amalgama tambien en cobre y plata pero jamás se amalgamará en cuarzo o granito.

II QUE ES UN DEPOSITO DE PLACER

1.- DEFINICION.

Estos son depósitos formados como resultado de la concentración de minerales valiosos, en depósitos de detritos desarrollados durante la desintegración, disolución, redepositación y precipitación (nuclear) de rocas y minerales.

Su desarrollo está ligado con la meteorización física y química de rocas y minerales.

Solo los minerales que poseen las tres siguientes características distintivas se pueden acumular en depósitos de placer:

- 1.- Alto peso específico.
- 2.- Estabilidad química en la zona de oxidación.
- 3.- Fuerza física adecuada.

1.1.- ASOCIACION MINERAL.

El oro de placer es acompañado principalmente por guijarros de cuarzo y fierro.

También se encuentra acompañada por "arenas negras" que se encuentran compuestas de magnetita e ilmenita.

A continuación se da una lista de minerales valiosos que pueden formar depósitos de placer (tomado de Smirnov Ore Deposits of the URSS) considerando los aspectos distintivos antes mencionados y principalmente su peso específico:

MINERAL	PESO ESPECIFICO EN GRUPOS (Gr/Cm ³)
Oro	19.3 --- 15.6
Platino	19.0 --- 14.0
Cinabrio	8.2 --- 8.0
Columbita	8.2 --- 5.15
Wolframita	7.7 --- 7.2
Casiterita	7.1 --- 6.8
Scheelita	6.1 --- 5.9

MINERAL	PESO ESPECIFICO EN GRUPOS (Gr/Cm3)
Monazita	5.3 --- 4.9
Magnetita	5.2
Ilmenita	5.0 --- 4.0
Zircón	4.7
Corindón	4.1 --- 3.9
Rutilo	4.2 --- 4.3
Granates	4.3 --- 3.6
Topacio	3.5 --- 3.6
Diamante	3.5

Como se mencionó anteriormente la arena negra se compone de magnetita e ilmenita, cuando los minerales acompañantes son granates y zircón principalmente se forma "arena amarilla" en caso de que la monazita sea de mayor cantidad.

También como en muchos otros, los minerales pesados ocurren en rocas que contienen los depósitos de oro primario, que también están presentes.

1.2.- FUENTES DE ORO.

Según Smirnov (1977), la roca sólida es la principal fuente abastecedora de los depósitos de placer y en la mayoría de los casos vetas de cuarzo, zonas de veta, stockworks o menas segregadas por vetas.

Durante la formación de placeres, es muy significativo con respecto a la mayor parte de los metales, la formación de zonas por concentración de minerales y menas inclinadas, las cuales no tienen importancia comercial independiente.

Según Boyle (1979), el oro de placeres auríferos puede venir de una o más fuentes; vetas de cuarzo aurífero, zonas de impregnación de sulfuros auríferos, depósitos de pórfidos cupríferos, depósitos polimetálicos auríferos, hilos delgados de cuarzo aurífero y vetas en diferentes tipos de rocas.

Relacionados con el piso de las fuentes primarias de minerales valiosos en placeres se clasifican en tres categorías:

- 1.- Depósitos de minerales primarios.
- 2.- Minerales accesorios de rocas.
- 3.- Placeres antiguos.

Los placeres de oro, platino, diamante, casiterita, wolframita y cinabrio se desarrollan de la desintegración de depósitos primarios.

Los placeres formados por la concentración de accesorios son la mayor parte de monazita, ilmenita, rutilo, zircon, granate y magnetita.

Los placeres antiguos pueden tener minerales de ambos tipos.

La mejor fuente de oro de placer son vetas de cuarzo con grandes segregaciones primarias de metal.

Según Bulynnikov (1977), la desintegración de depósitos de sulfuros conteniendo oro fino dispersado no es seguido por la formación de placeres.

Pero la relación de los placeres y su fuente primaria no solamente es cuantitativa, también está reflejado en su composición mineral, la asociación paragenica va de acuerdo con las características de la composición mineral de las rocas relacionadas y su afinidad con depósitos primarios.

El dato de asociación paragenica de concentraciones pesadas, es dado por la desintegración del grupo mayor de rocas y se da en la tabla 1.

TABLA 1

ROCA	MINERALES VALIOSOS	MINERALES ACCESORIOS Y DENOMINANTES.
Formación granitoide	ilmenita, rutilo, zircon berilo, monazita.	Granate, magnetita, esfena, apatito, piroxenos, anfiboles.
La misma con pegmatitas.	Casiterita, wolframita, tantalita, columbita, thorita, topacio, berilo.	Fluorita, turmalina, espodu- mena.
La misma con Skarns.	Magnetita, Scheelita, casiterita.	granate (zonado), wollas- tonita, vesubianita, diop- sida, hendenbergita, acti- nolita, tremolita, escapo- lita.
La misma con depósito hidrotermales.	Oro, cinabrio, wol- framita casiterita.	Barita, Siderita.
Formación Plagiogranito sienita.	Rutilo, ilmenita, zircon, corindon, monazita, Columbita.	Magnetita, apatito, orthita, granates, eudialito, Lopari- to, perovskita, aegirina, esfena, fluorita, piroxenos, anfiboles.
Formación Gabro Diaba- sa	ilmenita, leucoxeno, Titanomagnetita.	Diopsida-augita, hiperstena, anfiboles, apatito, espinela.
Formación Piroxenita, (serpentin- itas, dunitas, peridotitas, piroxenitas).	Platino, ilmenita, titanomagnetita.	Olivino, bronzita, diopsida, augita, magnetita, granates, anfiboles.
Formación Peridotitas.	Diamante, rutilo, ilmenita.	espinela, piropo, cromo-dio- psida, magnetita, flogopita titanoaugita.
Formación Ultrabásica- alcalina con carbonatitas.	Pirocloro, apatito, ilmenita, titanomag- netita, tantalio-nio- bates.	magnetita, ortita, forsteri- ta, esfena, titano-augita, flogopita, perovskita, anastasa, espinela, anfibo- les.

1.3.- HORIZONTE ECONOMICO O CINTARICA.

El horizonte económico es la zona o estrato en la que se encuentran la mayor concentración de oro. Este se presenta tanto en placeres eluviales como aluviales.

El horizonte económico de placeres se encuentra sobre o cerca del piso o en algunos estratos procedentes del piso, cuando el horizonte económico se encuentra sobre un estrato bien definido de arena, grava o arcilla procedente del piso, se dice que es un piso falso.

1.4.- COMO SE FORMAN LOS DEPOSITOS DE PLACER.

El primer agente que produce placeres de oro, es el intemperismo. El oro puede ser disuelto y acarreado lejos, y el oro disuelto puede precipitarse formando núcleos de oro como residuo, que es removido por, arroyos aluviales, rios, playas, etc., formando pepitas.

Los agentes mecánicos, que contribuyen a la concentración de oro dentro de los placeres son, la gravedad, el agua en movimiento de arroyos y rios, la agitación de bandas a lo largo de costas de lagos, mares y océanos, el viento y glaciales.

La gravedad se presenta en todo tipo de placeres.

La operación de concentración mecánica descansa en los principios que incluyen principalmente la diferencia de gravedad específica, el tamaño y forma de las partículas, es afectada por la velocidad del fluido en movimiento.

Un mineral pesado se hunde más rápidamente; de dos esferas del mismo peso pero de diferente tamaño, la más pequeña se hunde más rápidamente; un grano esférico se hundirá más rápido que un disco del mismo peso.

La velocidad del agua debe ser favorable, si es tan baja el material ligero no será movido del fondo, si se logra que los minerales de placer sean barridos lejos, en un cambio en el gradiente teniendo obstrucciones que reducen la velocidad permite a los minerales pesados escurrir y acumularse.

El intemperismo libera a los minerales de placer, y el relieve permite a los restos del intemperismo moverse a los arroyos o playas.

Areas favorables para la detención son aquellas de reciente elevación, donde nuevos valles son cortados dentro de viejos, causando relavado y reconcentración de gravas.

La forma más común es como viento, que incluye partículas menores de 2mm., también son comunes pequeñas escamas y lentejuelas, las más comunes son pepitas, cristales, alambres y cabellos, las formas pueden ser arborecentes, reticuladas, dendriticos, filiformes, musgosos y esponjosos.

El oro fino extremadamente redondeado es común en algunos placeres.

Oro semejante a harina flota facilmente si se expone por un instante a corrientes de viento y viaja a cientos de kilometros.

2.- FACTORES IMPORTANTES PARA LA FORMACION DE UN DEPOSITO DE PLACER.

2.1.- FACTOR GEOMORFOLOGICO.

Los placeres estan confinados a varios elementos geomorfológicos de valles, de ríos y cascadas, para dividir el canal del río (Fig. 1).

Los depósitos de placer aluvial son localizados en las terrazas de cuencas fluviales, se estrechan a lo largo de la pendiente de rocas primarias. Al pie de la pendiente en la cima de la terraza, descansando se pueden formar placeres proluviales, predominando bajo los placeres aluviales.

Las terrazas también pueden contener placeres de ciclos previos a la erosión.

En los valles de depositación, bajo los sedimentos de la planicie de inundación yacen los placeres en valles, en los sedimentos de fondo de ríos, canales rellenos, placeres de canales con rezaga, en playas y en bancos de arena con estratificación cruzada son formadores de placeres (Fig. 2).

El ciclo de erosión se divide en tres etapas:

- 1) Temprana o juvenil.
- 2) Media o madura.
- 3) Tardia o senil.

En el estado juvenil, es cuando el perfil longitudinal de los ríos es desequilibrado en uno de los extremos dependiendo del curso del canal.

Los flujos de ríos en canales angostos estan llenos de rápidos y cascadas, que tienen una pendiente empinada y las corrientes rápidas corren por este canal.

La situación no es favorable para el desarrollo de placeres, pero facilita a la formación de materiales para el placer.

En el estado maduro, los valles de río desarrollan una erosión lateral.



FIG. (1)

Diagrama que muestra la distribución de varias clases y subclases de placeres a lo largo de una sección de valle de río. (Bateman, 1950).

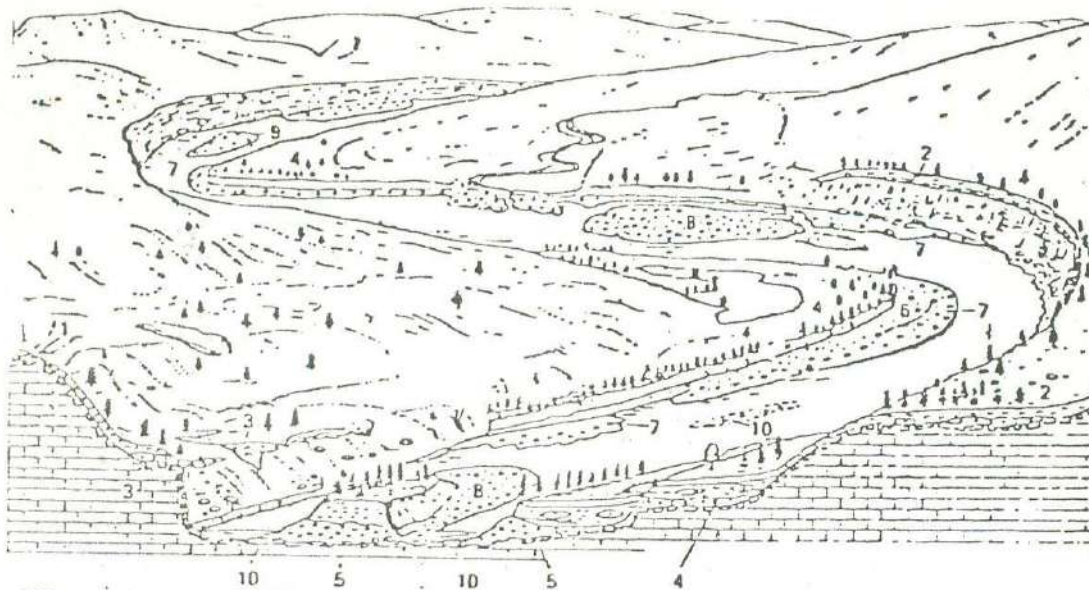


FIG. (2)

Esquema geomorfológico del Valle Marka en el Placer del Distrito Upper Island. (Smirnov, 1977)

- 1.- 5° Terraza
- 2.- 4° Terraza
- 3.- 3° Terraza
- 4.- 2° Terraza
- 5.- 1° Terraza
- = Placeres de Valle
- 6.- Planicie de inundación
- 7.- Bancos de arena, riberas, playas.
- 8.- Terrazas residuales erosionadas.
- 9.- Canal relleno
- 10.- Canal relleno.

Los meandros de ríos, minan bancos y clasifican sedimentos. Los minerales valiosos no se apilan por que se hunden al fondo, estas son las condiciones óptimas para la creación de placeres de río.

En el estado senil, con un perfil largo desarrollado en un terreno nivelado, la actividad erosional es de muy bajo nivel. Solamente las inundaciones causan apilamiento en la fracción arcillosa de los sedimentos de río sin afectar a la formación de placeres.

Durante los ciclos recurrentes de erosión, los sedimentos de río son retrabajados a lo largo de los placeres que se incluyen, con una dirección considerable de la masa de sedimentos estériles que comienza a removerse y desarrollar placeres, enriqueciéndolos con minerales valiosos.

Los placeres más importantes se han formado de esta manera:

- 1.- Una zona de valles maduros del ciclo nuevo, cubriendo las partes bajas alcanzadas.
- 2.- Zona de ampliación de valles situada aguas arriba del río y en sus tributarios.
- 3.- Una zona de desgaste de los valles, localizada a lo alto de aguas arriba.
- 4.- Zona de valles maduros de un ciclo antiguo de erosión rodeando el nacimiento del río (fig. 3).

En la zona de valles maduros de un ciclo nuevo de erosión, los placeres de valle y placeres de banco o terraza de minerales valiosos que han migrado a lo largo de una manera fundamental, en general estos son los territorios de formación de placeres.

La zona de ampliación es la más productiva de los placeres y puede contener depósitos de todas las subclases de placeres aluviales.

El área de desgaste puede contener solamente placeres de terraza. La zona de valles maduros de un ciclo antiguo de erosión es pequeña pero ocasionalmente rica.



FIG. (3)

Zoneamiento geomorfológico. (Smirnov, 1977)

- I.- Zona de valles maduros de un ciclo nuevo
- II.- Zona de ampliación de valles
- III.- Zona de valles profundos
- IV.- Zona de valles maduros de un ciclo antiguo

Este zonamiento geomorfológico de la distribución de placeres de río, puede considerarse bien fundamentada, pero más bien es esquemático.

Las excepciones que contradicen la regla general, son basadas por las diferentes durezas de las rocas intersectadas por los ríos.

Los relieves planos y alpinos no favorecen a la formación de placeres de ríos. Las condiciones óptimas son provistas por montes bajos y colinas.

El análisis geomorfológico es importante para entender la situación existente durante el tiempo de formación y preservación de antiguos depósitos de placer, también para determinar las condiciones de formación de placeres jóvenes del Cuaternario.

Las condiciones geomorfológicas para el desarrollo de placeres de playa son: la rugosidad general del relieve de la costa, la juventud del sistema de drenaje del río, y numerosos ríos cortos distinguidos por valles angostos, los cuales estorban a la formación de placeres aluviales y facilitan el transporte rápido de material al mar.

2.2.- FACTOR TECTÓNICO.

Los movimientos tectónicos (diastrofismo), que proceden acompañados o seguidos de la formación de placeres, son importantes para su desarrollo.

Durante la formación de placeres aluviales, los bloques tectónicos desviados rejuvenecen al nivel de la erosión local y regional, creando condiciones propicias para la ocurrencia de ciclos de actividad erosional; como consecuencia, los placeres ricos se forman por el relavado repetido de sedimentos aluviales. La repetición de movimientos tectónicos dirigirá una ocurrencia de ciclos de erosión acumulativa y el desarrollo de placeres más jóvenes.

2.3.- FACTOR CLIMÁTICO.

En la zona activa de latitudes altas de la región subártica, junto con la superficie y los límites del permafrost, hay una intensiva destrucción física del piso, pero la meteorización es

grandemente inhibida y las costras de meteorización no se forman. De acuerdo con Shilo (1970), los minerales valiosos no son liberados en las masas de material detrítico de pendientes en regiones sub-polares y no forman placeres aluviales y deluviales significativos.

En el clima de latitudes medias, las condiciones de desarrollo son más favorables para la formación de placeres, por el mantenimiento de ríos y de granos separados de minerales valiosos como un curso de detritos.

Las mejores condiciones se dan en las fajas tropicales y subtropical con su costra de meteorización ideal que forma masas bastas de material fácilmente gradable en áreas de playa o lagos y mares.

2.4.- FACTOR HIDROLOGICO.

Las mejores condiciones para la formación de placeres, se desarrollan en ríos en los cuales la distribución de volumen de agua no es uniforme.

3.- CLASIFICACION Y MECANISMOS DE FORMACION DE LOS DEPOSITOS DE PLACER.

Se pueden distinguir los siguientes tipos de placeres: (Smirnov 1977):

1.- Eluviales; 2.- Deluviales; 3.- Proluviales; 4.- Aluviales (divididos en Barras, Canales, Deltas, Valles y Bancos o Terrazas); 5.- Laterales (divididos en Lacustres, Playa Marina y Playas de Océano); 6.- Glaciares (dividido en Morrena y Fluvioglaciales) y 7.- Eólicos o Dunas.

La clasificación antes mencionada (1,2,3 y 4), se ilustra en la fig. 1, y se hace esta separación considerando la distancia del deposito a la fuente primaria; a continuación se describirán los tipos más importantes, tanto económicamente como por lo común de su presencia.

3.1.- PLACERES ELUVIALES.

Este tipo de placer se han formado directamente a partir de las rocas que afloran y consisten de vetas, stockworks, o stockworks tipo metamórficos segregados.

Durante los procesos de intemperismo físico o químico, el oro presente en las menas ha sido soltado, y partículas de Au nativo remanente desmenuzado, producto de la intemperización.

Los contornos de placer eluvial corresponden aproximadamente a distribución de la roca sólida mineralizada. Son formados sin la acción de arroyos sobre colinas o taludes.

Los minerales pesados y resistentes se colectan abajo del afloramiento por ser arrastrados hacia abajo por los taludes.

Los minerales menos resistentes se alteran a Limonita, Caolín y sales solubles. El volumen es grandemente reducido cuando es acompañado por una concentración de oro. El resultado es un suelo ferruginoso detritico fácil de lavar y fácilmente cubierto por oro.

Los depositos eluviales han sido trabajados en muchos lugares con residuos lateriticos en México, América Central, Cuba, Haití, Puerto Rico y Países de Sudamérica (Guayana y Brasil).

Un ejemplo de placer eluvial muy rico y cercano al afloramiento de vetas se encuentra en Australia. La mayoría de estos placeres están agotados actualmente.

Ciertas guijas de fierro en stockworks o sulfuros masivos que acompañan a depósitos han sido minados junto con el oro.

3.2.- PLACERES ALUVIALES.

Estos depósitos de placer son los más comunes y la gran parte de las reservas de oro son de placeres aluviales.

Son los tipos de depósitos de placer más importantes.

Estos depósitos se forman en los cursos de aguas actuales y antiguos, en riachuelos, ríos, planicies de inundación y deltas. Si tomamos que el depósito de Witwatersrand (República de Sudáfrica), es un depósito aluvial fósil, este tiene 2/3 partes de la producción total de oro. (Boyle, 1979)

Características Generales:

El oro de placer es 6 o 7 veces más pesado que la mayor parte de los minerales que lo acompañan y se concentra en el fondo de las corrientes con asombrosa rapidez.

La fuente de oro de placer se encuentra cerca y está cimentada en una zona de pocos metros.

Cuando la fuente de oro es lejana éste se encuentra más fino y llega a ser tan fino como el oro de veta. Esta no es una regla invariable, en los pisos falsos ocurren capas gruesas o aluvión y el oro de placer está situado encima del piso.

Los placeres están compuestos de grava suelta limpia y arena concidas como "canales blancos de grava", "arenas blancas" y "barras blancas".

En algunas regiones el depósito aluvial puede estar cimentado por caliche y en zonas de permafrost, las gravas aluviales están solidificadas. El piso más favorable para la formación de depósitos aluviales, es aquel en el que los rífler* están perpendiculares a los arroyos o al curso del río. También están alternando capas de esquistos blandos y cuarcitas duras o pizarras y cuarcitas, son muy favorables.

* Página 109

En algunos casos los rifles son paralelos a la dirección del curso del arroyo y son mas efectivos que algunos perpendiculares. Los pisos de limonita en forma de cunetas o cimas son buenos para la concentración de oro, asi tambien como la foliación de esquistos y gneises.

Los pisos cizallados o fracturados contienen buenas concentraciones de oro, ya que actuan como rifles naturales.

En cuanto a la concentración de valores o " cinta rica", en un placer aluvial generalmente hay oro en el piso sobre toda el área de estratos del arroyo, pero la parte mas rica se forma donde el arroyo se estrecha o comienza a cambiar el rumbo.

La cinta rica indica épocas de buenas concentraciones mantenidas durante las cuales las gravas se pueden acumular solo a profundidades donde todo el tiempo esta remojando y en condiciones de movimientos lentos.

En la mayoría de los arroyos y rios donde los placeres se están formando, el oro se concentra en barras, debido a que se forma algo de obstrucción, a causa de la diversidad de material aflojado por el agua de bajo movimiento que actúa en la parte interior de las curvas de meandros, en la mayor parte de los arroyos, cerca de la boca de los tributarios. Por otra parte influye el agua que afloja material.

Ver figura 4 y 5 donde se muestra la seccion esquematica de un placer aluvial y las estructuras de placer con los diferentes tipos de pisos respectivamente.

3.3.- MECANISMOS DE FORMACION.

Los mecanismos de formación de placeres consisten en gradacion de material clástico, por clasificación, gravedad específica y forma de las partículas, la abrasion y pulido de fragmentos y su diferenciación por grado de fuerza mecánica y estabilidad química durante la transportación en la superficie de la tierra.

Todos los placeres se forman por la fuerza de gravedad en conexión con el efecto de aguas superficiales.

La degradación de tamaño de material detrítico se hace por deslizamiento de pendientes abajo y es de primordial importancia el desarrollo de placeres deluviales (guijarros o taludes).

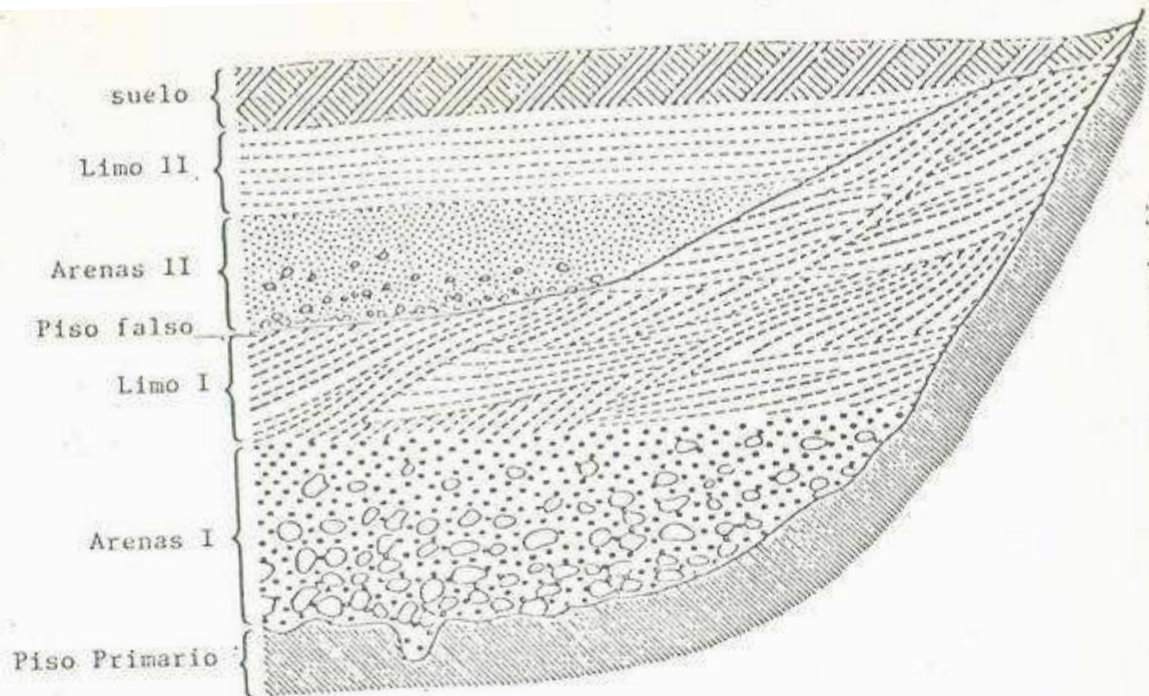


FIG. (4)

Sección esquemática de un placer aluvial (Smirnov, 1977)



FIG. (5)

Diagrama que muestra las estructuras de placeres con diferentes tipos de pisos. (Smirnov, 1977)

A.- Liso

B.- Ondulado

C.- Fileteado

La degradación no se desarrolla uniformemente sobre las diferentes partes de la pendiente. Una zona de intensa meteorización y desintegración de rocas que abastece al placer de material elastico generalmente proviene de un lugar estable.

En las masas detriticas que se deslizan colina abajo a través de la fuerza de gravedad, su desplazamiento depende del ángulo de inclinación, el grosor de guijarros, tamaño y gravedad específica de los fragmentos, coeficientes de fricción, así también factores como la variación anual y diaria de temperatura, expansión termal y contracción de fragmentos, el efecto producido por las masas movedizas de hielo y nieve y el fenómeno de solifucción.

Los minerales más pesados se acumulan en el fondo.

Las normas que gobiernan los mecanismos de este proceso es como sigue:

Una partícula de mineral deslizante es expuesta al efecto de la gravedad llevada hacia abajo; inicialmente la partícula se desliza con una aceleración que depende de la densidad del medio, con una velocidad ascendente de deslizamiento, la resistencia del medio se incrementa, la aceleración cae a cero y la partícula comienza a deslizarse hacia abajo a una velocidad constante.

Mientras que los fragmentos de alta densidad específica descienden por un plano más nivelado se hunden al fondo de detritos deslizados más rápido que los fragmentos de baja gravedad específica, se acumulan en las partes bajas adyacentes y forman placeres deluviales de minerales pesados y sus concentraciones.

La diferenciación vertical de fragmentos por gravedad específica es demostrada en la fig. 6; En este diagrama el diámetro de las partículas están marcados en las abscisas. Las velocidades de hundimiento de un mineral pesado A y un mineral ligero B están marcados en la ordenada.

Siguiendo con el diagrama de mezcla de minerales ligeros y pesados de diferente clasificación serán diferenciados de tal forma que las capas de minerales pesados con fragmentos más grandes que d_2 al fondo, estarán mezclados con una capa de fragmentos ligeros y pesados de clasificación media, los granos

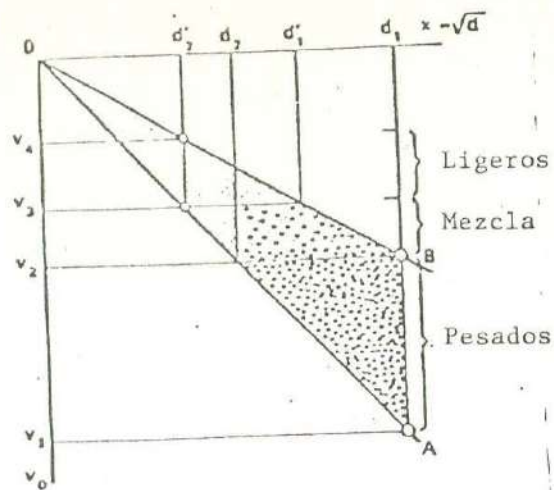


FIG. (6)

Diagrama que muestra las velocidades de hundimiento de granos de minerales pesados y ligeros durante la diferenciación vertical. (Por Fishman tomado de Smirnov, 1977)

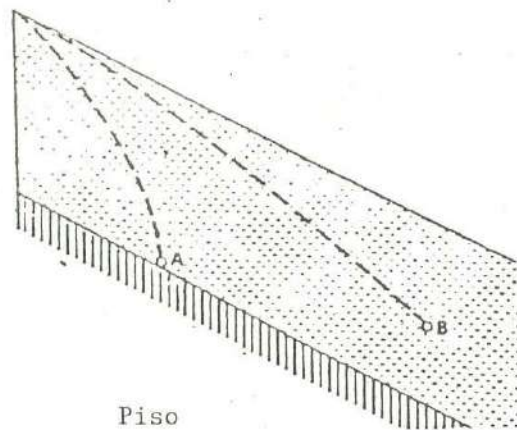


FIG. (7)

Diagrama que muestra la trayectoria de fragmentos pesados (A) y ligeros (B) de masas detríticas en movimiento. (Smirnov, 1977)

de mineral más pequeño que él, se concentraran en el fondo.

En la acumulación de una fracción de minerales pesados valiosos en un placer deluvial, se lleva a cabo una situación en la cual los fragmentos se deslizan pendientes abajo.

La parte de arriba de las capas de masas deslizantes se mueven más rápido que las del fondo. En la trayectoria de los fragmentos de rocas y minerales ligeros se realiza la concentración en la parte alta de la cubierta detrítica inclinada más que en la curva de hundimiento de minerales pesados. fig. 7.

El carácter de la trayectoria de fragmentos ligeros y pesados, su inclinación y correlación depende de muchos factores, pero más que todo en el aumento de pendiente. Sin embargo, la concentración de minerales derramados en pendientes empinadas no solamente son favorecidos por las diferentes velocidades de hundimiento de partículas ligeras y pesadas, sino que también es fomentada por sus diferentes velocidades de movimiento a lo largo de la pendiente.

3.3.1.-DESVIACION DE DETRITOS POR ARROYOS.

El material rocoso alineado por un río es transportado de tres maneras:

- 1). En forma disuelta.
- 2). En suspensión.
- 3). Desviando sedimentos del fondo.

La tercer forma es la única para el desarrollo de placeres aluviales.

De acuerdo con Goncharov (1938), el transporte de sedimentos a lo largo del arroyo (fondo) es consecuencia de dos grupos de fuerzas:

- a). Fuerzas horizontales generadas por la corriente.
- b). Fuerzas verticales surgiendo del arrastre o resistencia de los fragmentos en la corriente y remolineando del flujo del fondo del arroyo, el cual levanta fragmentos del fondo, los eleva a una cierta altura y al mismo tiempo los lleva al fondo del arroyo.

Al acabarse la energía de ascensión, los fragmentos se hunden al fondo los cuales son lanzados hacia arriba otra vez.

Por lo tanto, el transporte de fragmentos que bajan al arroyo, se conoce como saltación y tienen un carácter intermitente irregular. Ver fig. 8 (Smirnov, 1977)

El peso de los fragmentos transportados por un arroyo es proporcional a la velocidad de flujo y a su diámetro.

La velocidad de flujo necesaria para poner en movimientos a fragmentos de diferente tamaño, se muestra en la tabla 2 (tomada de Smirnov, 1977)

TABLA 2

PROMEDIO DE DIAMETRO DE FRAGMENTOS. (m m.)	VELOCIDAD (m/seg.)
0.10	0.27
0.25	0.31
0.50	0.36
1.00	0.45
2.50	0.65
5.00	0.85
10.00	1.00
15.00	1.10
25.00	1.20
50.00	1.50
75.0	1.76
100.0	2.00
150.0	2.20
200.0	2.40

La velocidad de flujo de un arroyo varia en tiempo y espacio.

El cambio de velocidad de flujo en el tiempo tiene un carácter duradero debido a la variación del nivel de erosión de los arroyos por la ocurrencia de pendientes ascendentes y también al desarrollo de ciclos de erosión que disminuyen gradualmente.

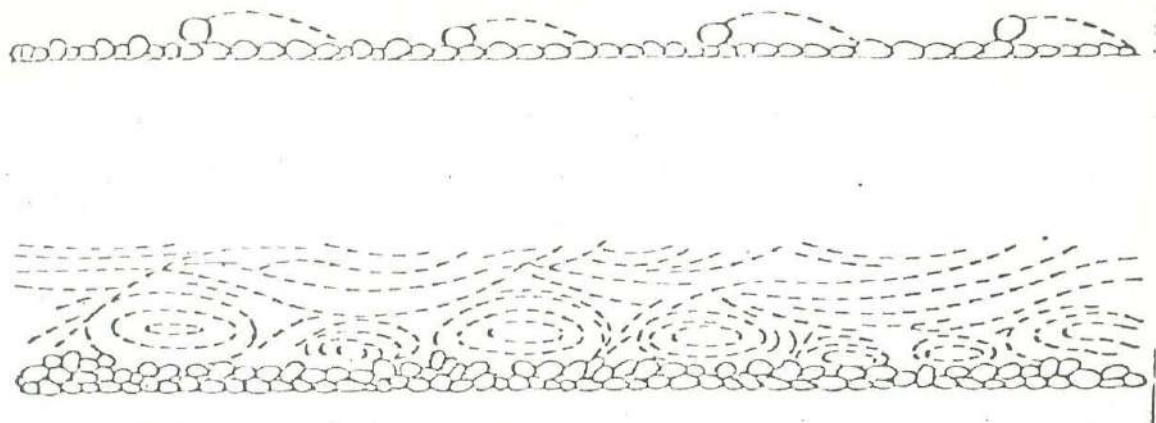


FIG. (8)

Diagrama que muestra la saltación de fragmentos a lo largo de capas del río (Por Goncharov tomado de Smirnov 1977).

La velocidad de la corriente es mucho mayor durante las inundaciones que en los periodos de bajo nivel de agua.

La cantidad mas grande de material detritico es transportado durante las inundaciones a pesar de su corta duracion.

Las corrientes de arroyo no son uniformemente distribuidas sobre los elementos de esta capa, es decir sobre:

- 1.- Poca profundidad (banco de arena).
- 2.- Charcos o tramos.
- 3.- Cortes (concavo), pendientes.
- 4.- Pendientes quitadas (convexas), (fig. 9).

Cuando hay niveles de agua bajas, las corrientes mas rapidas son confinadas a bancos de arena y aqui la erosion se lleva a cabo.

A la inversa, durante las inundaciones, las velocidades mas altas se desarrollan en tramos donde el rio esta sujeto a intensas fregaduras, por lo tanto durante las inundaciones el material detritico es acarreado por tramos y bancos de arena, mientras que cuando baja el nivel del agua, estos son erosionados. (fig. 10)

La velocidad de flujo en la parte mas alta de la capa de agua en pendientes cortadas es tan grande como en pendientes quitadas. (fig. 11). Por eso ocurre en el fondo originando que esten tan orientado como material cargado por una pendiente cortada o quitada. (fig. 12)

La ocurrencia, tambien varia con cambios en las secciones de arroyos, incrementandose en secciones donde se estrecha o comienzan los bancos poco profundos. Se incrementa con el gradiente del rio y disminuye cuando el fondo aparente se encuentra fuera.

La corriente cambia de profundidad y velocidad en puntos de confluencia con tributarios (fig. 13), y varios obstaculos naturales o artificiales que detienen el flujo libre produciendo remolinos o flujos descendentes en velocidad cogen material aluvial. (fig. 14)

Resumiendo: La distribucion de velocidades en una seccion de arroyo es afectada por detalles morfologicos del fondo, y variaciones en el coeficiente de rugosidad, dirigiendo a

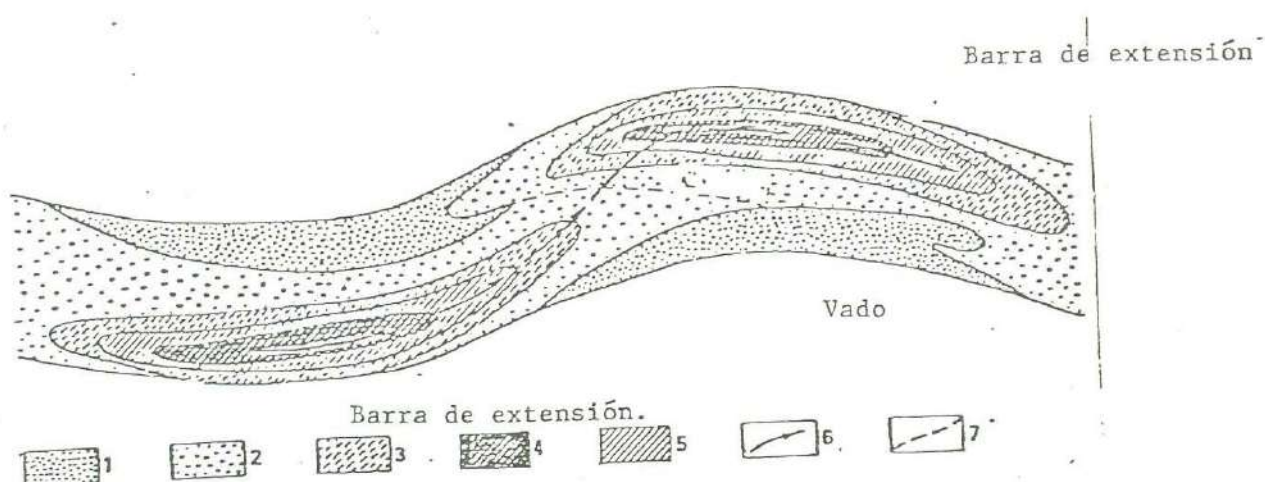


FIG. (9)

Diagrama de la correlación de bajos (bancos de arena) y estanques (extensión de agua) (por Schantzer tomado de Smirnov, 1977)

- 1.- Bancos de arena
- 2.- Bancos de arena inclinados y bajos de extensión de agua
- 3.- Bancos de arena inclinados de gran profundidad
- 4.- Inclinación de extensión de agua
- 5.- Manchas de extensión de agua
- 6.- Corriente principal (línea de canal)
- 7.- Cima del banco de arena

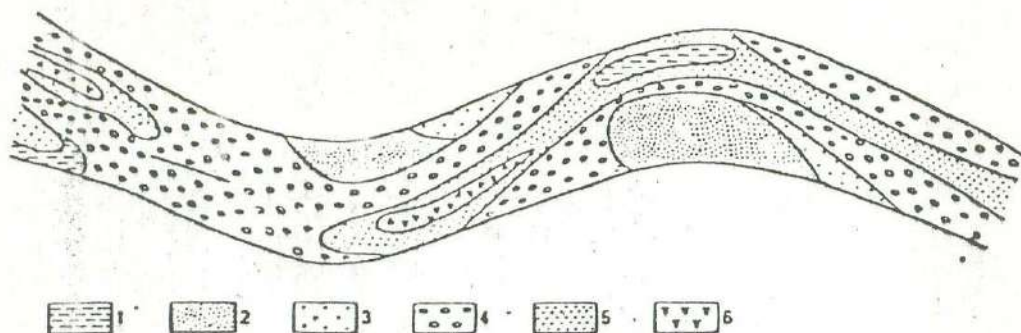


FIG. (10)

Cambios en el curso de depositación del fondo en una sección del río Volga (Por Svarichevskaya et. al. tomada de Smirnov, 1977)

- | | |
|--------------------|--------------------------------------|
| 1.- Arcilla | 4.- Granos de arena de clasificación |
| 2.- Arena fina | 5.- Arena gruesa |
| 3.- Polvo de arena | 6.- Grava |

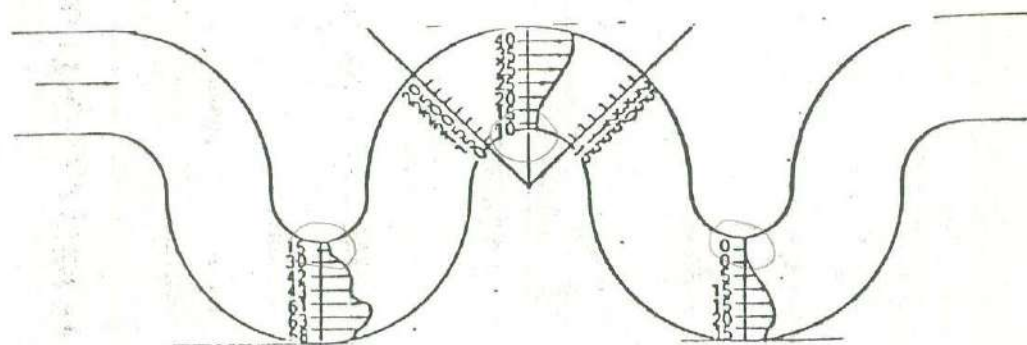


FIG. (11)

Diagrama que muestra la distribución de velocidades de las corrientes de un río (basados en datos de Makkaveev, tomado de Smirnov, 1977).

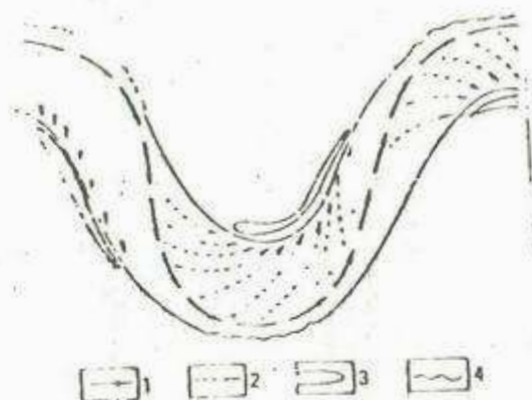


FIG. (12)

Diagrama que muestra la erosión y sedimentación (Aluviación) de bancos de río por las corrientes del fondo (Por Schantzer, tomado de Smirnov, 1977)

- 1.- Líneas de corrientes rápidas (línea de canal)
- 2.- Corrientes de fondo.
- 3.- Bancos sedimentados
- 4.- Bancos erosionados

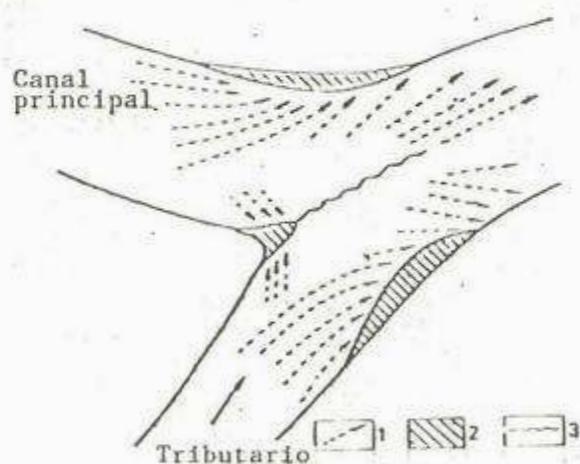


FIG. (13)

Corrientes del fondo en confluencia de ríos (por Makkaveev; tomado de - Smirnov, 1977)

- 1.- Dirección de flujo
- 2.- Depresión de agua superficial cerca del banco
- 3.- Remolino

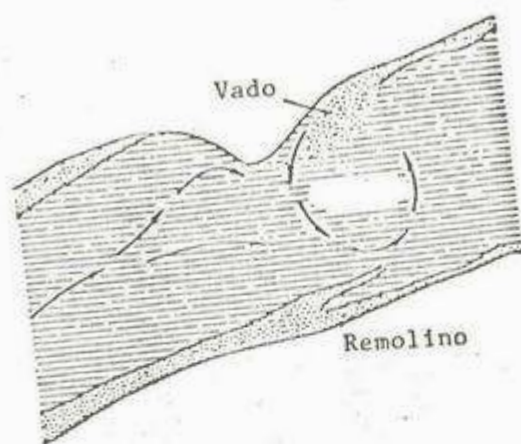


FIG. (14)

Remolino cerca de una proyección del banco atrapando sedimentos aluviales. (Smirnov, 1977)

filamentos o estructuras de chorro en la distribución de fragmentos de diferente gravedad específica y clasificación en sedimentos aluviales. (fig. 15)

3.3.2.- DESGASTE DE FRAGMENTOS.

Durante la formación de placeres, los fragmentos no solo son ordenados de acuerdo a su clasificación y gravedad específica, sino que también de acuerdo a su fuerza mecánica.

Las partículas de detritos mientras se mueven a lo largo del fondo del arroyo son rasgados y gradualmente desgastados, como mostro Sternberg (1977), la abrasión depende de la fricción, velocidad de movimiento y dureza de los fragmentos.

Para cada mineral hay una clasificación crítica mínima de partículas, las cuales el desgaste y alizamiento cesa; para granos de mineral con gravedad específica similar al cuarzo, la clasificación crítica sube de 0.20 a 0.25 mm.

El mecanismo de desgaste de partículas de minerales y flujos deluviales es acompañado con la meteorización química.

El efecto total del mecanismo de trituración y descomposición química es la concentración de minerales estables, abrasiva y químicamente como producto final de una concentración del transporte aluvial.

Un factor esencial en esto es la humedad en los minerales.

Algunos minerales tienen una película superficial protectora de agua, a veces es delgada e inestable, con el resultado de sus granos son desgastados mas rápido durante el transporte de aquellos minerales que si la tienen.

Euknarenko clasifica a los minerales de placer en tres grupos, por la capacidad de migración:

El grupo de baja capacidad que incluye al cinabrio, wolframita, scheelita, barita, etc.

Grupo de capacidad moderada que incluye a la magnetita, granate, monasita, casiterita, oro, etc.

Y el grupo de alta capacidad con minerales como la espinela eromitero, ilmenita, platino, rutilo, zircon, coridon, diamante, etc.

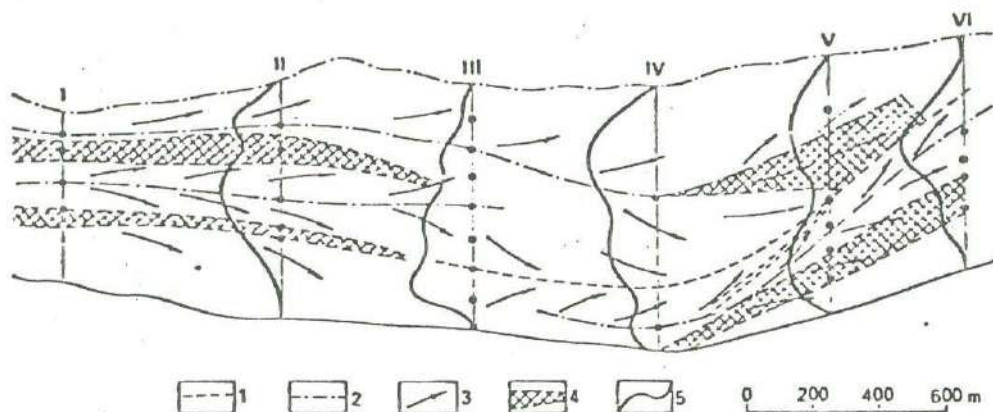


FIG. (15)

Diagrama que muestra las corrientes del fondo y la distribución de aluvión en chorro, en el banco de arena podnovsk del río Volga.
(por Velikonov, tomado de Smirnov, 1977)

- 1.- Corrientes superficiales
- 2.- Corrientes bajas
- 3.- Corrientes de fondo
- 4.- Area de migración de sedimentos del fondo
- 5.- Curvas de velocidades del fondo

Durante una transportación larga de redepositación aluvial y repetida, los minerales de placer valiosos pueden concentrarse en secuencia de acuerdo a su capacidad de migración, la cual causa zonación en la distribución de placeres.

3.3.3.- LA DEPOSITACION DE DETRITOS Y CONCENTRACIONES DE MINERALES VALIOSOS.

Existen dos hipótesis en las condiciones para la acumulación de minerales valiosos en sedimentos aluviales y la formación de placeres de río.

3.3.3.1.- HIPOTESIS I

De acuerdo con Bilibin (1977), los minerales valiosos son concentrados durante el movimiento de una masa de sedimentos del fondo, de un espesor considerable, llamadas por él como capas activas.

La velocidad de rumbos en las capas activas no son uniformes, comienzan rápido en la cima, donde los fragmentos saltan y giran, con el incremento de profundidad se retarda hacia abajo y es debido al deslizamiento.

También los cambios en tiempo adquieren un carácter activo durante los periodos de inundación y quietud bajo aguas lentas.

Con el cambio no uniforme de las masas de aluvión en la capa activa, la migración es más rápida por las partículas finas y ligeras y por el retardamiento de unas grandes y pesadas.

La movilidad de las fracciones aluviales de diversa clasificación y peso, se detienen en varias partes de la capas y en diferentes periodos.

Cuando las condiciones optimas suben y en las cuales el material estéril es acarreado fuera y los minerales valiosos pesados son concentrados, el principal pre-requisito para la formación de placer está provisto.

La formación final de placeres está vinculada con el hundimiento gradual de minerales pesados hacia el fondo de las masas migrantes de agua y fragmentos, en conformidad con la separación

regular de fragmentos de diferentes tamaño y pesos dentro de las capas discutidas describiendo el mecanismo del desarrollo de placeres deluviales.

3.3.3.2.- HIPOTESIS II

De acuerdo con esta hipótesis, los detritos son trasladados a lo largo del fondo del arroyo, no en capas activas de algún grosor, pero solo a lo largo de la superficie de sedimentos aluviales con agitación sobre las fracciones finas y saltación en las partículas grandes pesadas. (Velikanov, 1955).

En estas condiciones, la formación de placeres se puede imaginar como sigue: La separación de partículas minerales de la superficie de sedimentos del fondo y su elevación están restringidos a una altura definitiva, en la cual la velocidad de elevación es igual a la velocidad uniforme de caída de las partículas en el agua; En una altura máxima de saltación, las partículas se separan y comienzan a hundirse al fondo.

Cuando la altura es de ascensión de las partículas durante la transportación por un arroyo es baja, las partículas finas y ligeras en la mezcla detritica rebotarán más alto del fondo del río que las grandes y las pesadas, y serán acarreadas fuertemente hacia las mas recientes, haciendo posible que la mayor densidad se acumulen en el residuo.

Como la velocidad de flujo disminuye, en un momento pueden subir sólo las partículas ligeras, los minerales valiosos estarán sujetos a la saltación, mientras que los minerales pesados se concentrarán en el fondo; Al ser concentradas comenzará el movimiento de fragmentos ligeros. (fig. 16)

En estas condiciones tan óptimas se forman los placeres.

Los depósitos de placer no son formados todo el tiempo, sólo en tiempos definidos, cuando las condiciones de migración del aluvión a lo largo del fondo del arroyo son óptimas para su desarrollo, el cual depende del radio, junto con la velocidad del río en diferentes sectores, y de la composición fraccional del aluvión.

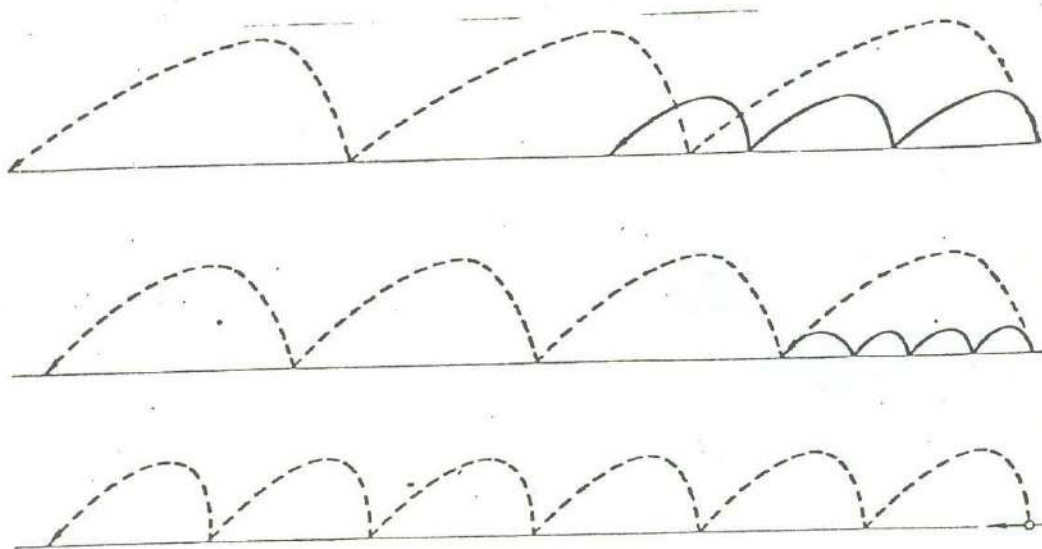


FIG. (16)

Diagrama de correlaciones de saltación de partículas (línea punteada) y partículas pesadas (línea continua) con flujos de velocidades de caída (vistos del fondo a la cima) (Smirnov, 1977).

La separación de sedimentos de aluvión en capas por clasificación, gravedad específica y forma de los fragmentos de mineral nunca son perfectos; por esto, los placeres son solamente horizontes bajos de aluvión, enriquecidos con minerales pesados valiosos.

3.4.- PLACERES DE PLAYA.

Son formados por la acción del viento, de olas, corrientes de fondo y corrientes litorales de líneas de costa presentes y pasadas, bordeando lagos, mares y océanos, donde el origen del oro primario ha sido aprovechado por su concentración.

Como principal ejemplo tenemos el depósito localizado en la Península Seward, Alaska, vetas y pequeñas masas lenticulares de cuarzo y calcita están distribuidas en todas las rocas metamórficas cerca de donde se localiza el placer de oro.

Doce playas son reconocibles en esta área, otros ejemplos conocidos son: Oregon, California, Nova Scotia, Columbia Británica, Chile y Nueva Zelanda.

3.5.- MECANISMOS DE FORMACION.

Los placeres de playa se desarrollan por el efecto continuo de la marea baja y el flujo de la marea, por la acción de las olas y corrientes litorales.

Su acción combinada es esforzada en la abrasión de la zona litoral, lo cual tiende a producir un perfil de equilibrio.

Las costas se pueden clasificar de acuerdo al desarrollo de su perfil de equilibrio en desgastadas, estables y acumulativas.

Las costas desgastadas tienen escarpes altos o acantilados excavados y rotos por las olas.

Una pendiente de litoral acumulativa está cubierta gradualmente por sedimentos del suelo. Ambas son desfavorables para el desarrollo de placeres de playa.

Las condiciones óptimas se desarrollan en costas con un perfil estable, a lo largo del cual, el material clástico marino está en continuo movimiento hacia adelante y hacia atrás, y sujeto a trituración, clasificación y redepositación.

Los elementos estructurales de una sección de costa estable son los siguientes:

- 1) Una parte de aguas profundas.
- 2) Pendiente de fondo marino.
- 3) Playa.
- 4) Acantilado
- 5) Costa de altura.

El perímetro junto con la plataforma litoral y el acantilado es una zona de interacción activa junto con el mar y el suelo dentro una zona de olas y una zona de marea de oleaje. (fig. 17)

El paso de las olas sobre la pendiente de la plataforma litoral es acompañado con una deformación, generalmente empezado por un espesor de 10 a 15 m.

La fricción del agua contra el fondo disminuye el movimiento de la parte baja de la ola y causa beneficio en la cima, la ola viene asimétrica y se colapsa en la cresta en la zona inicial de oleaje.

La energía cinética de la ola cae de una manera saltatoria y el material detrítico es arrastrado a lo largo del fondo y depositado en la zona de oleaje formando un canal en el fondo marino, el cual corre paralelo al rompimiento de las olas.

Las reservas de energía remanente regenera a la ola, la cual se mueve fuertemente hacia la costa creando un nuevo rompimiento y la construcción de otro canal cerrado hacia la costa, estas acanaladuras del fondo marino tienen un perfil asimétrico con pendientes hacia la costa.

Los placeres de playa consisten de minerales pesados y teóricamente han sido depositadas sobre canales en el fondo marino, pero como regla se encuentran distribuidos en las playas, esto es debido principalmente al factor de que la velocidad de rompimiento es mucho más alto que el de la rezaga. (fig. 18) Consecuentemente, el rompimiento elevado y el lanzado de partículas pesadas en tierra es tan claro, mientras que la rezaga solamente puede subir y cargar partículas ligeras.

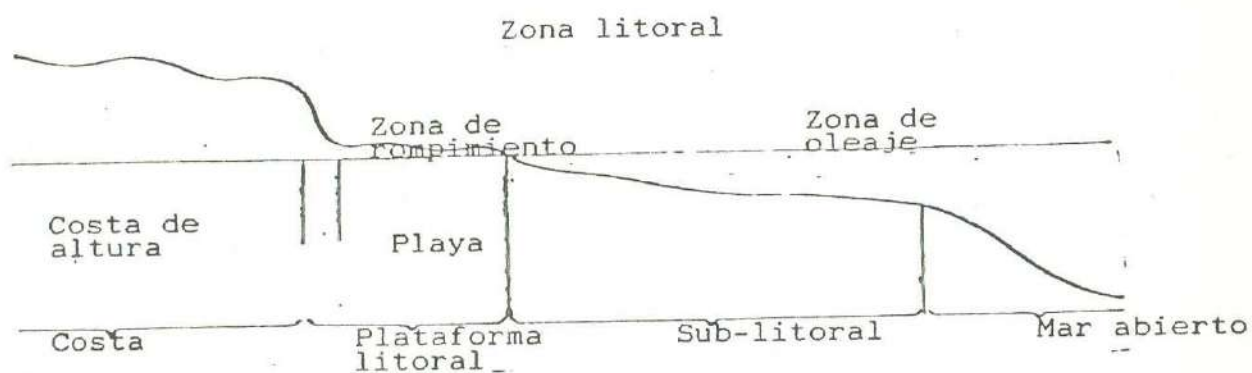


FIG. (17)

Diagrama que muestra la estructura de una línea de costa estable (Smirnov 1977).

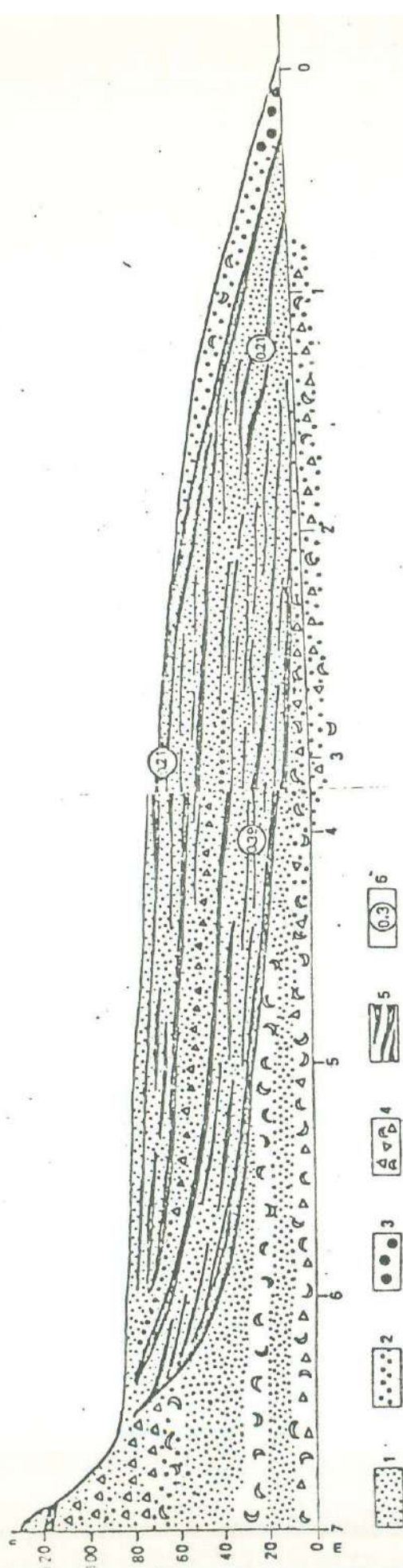


FIG. (18)

Estructura de un placer de playa (por Shcherbakov y Pavlidis, tomado de Smirnov, 1977)

- | | |
|---------------------------|--|
| 1.- Arena fina | 4.- Conchas y fragmentos de conchas |
| 2.- Grava de arena gruesa | 5.- Concentración de minerales pesados |
| 3.- Cascajos | 6.- Clasificación de material (en mm). |

Además, el movimiento de las olas del mar no es constante, las olas más fuertes provocan una mezcla de partículas ligeras y livianas más lejos del litoral formando una barra frontal de playa.

Como las olas decaen gradualmente, el material en rompimiento no alcanza a la barrera de playa y comienza a desgastar en la dirección del mar, mientras que la rezaga débil del agua solo es capaz hacia atrás del mar, enriqueciendo las arenas remanentes con minerales pesados.

El lavado repetido del material de la pendiente del fondo marino, por rompimientos y su consecuente arrastre por la rezaga trae consigo la formación de placeres de playa. Los minerales pesados no son susceptibles de penetrar a la masa densa de arenas alineadas, acumuladas en la cima de los depósitos de playa, sujetos a continuos relavados por las olas.

Las corrientes costeras mientras no disturben el patrón general de formación de placeres de playa, introducen ciertas complicaciones.

Las corrientes costeras o rumbo del litoral tienden a alargar a los minerales clásticos a lo largo de la costa a velocidades de decenas a varios cientos de metros diarios, lo cual da al movimiento de partículas anterior a la depositación en las barras de playa un carácter complejo de zig zag.

Concluyendo: Debería ser notado que la concentración de minerales valiosos en placeres marinos, no dependen tanto de la gravedad específica de los granos como de su peso absoluto, por esta razón los placeres pueden desarrollarse solamente cuando la clasificación de minerales útiles es buena, así también, como grandes, más que otros granos y fragmentos.

Los guijarros más grandes y pesados se acumularán en la playa, mientras que los granos más ligeros y pequeños de minerales valiosos serán acarreados lejos y dispersados.

3.6.- PLACERES EOLICOS.

Son formados en lugares donde el intemperismo ha descompuesto y desmoronado afloramientos de depósitos primarios.

El viento dispersa al material ligero, abandonando al pesado, el cual puede contener minerales valiosos.

Un ejemplo de este tipo de depósito ocurre en Australia; hay pocos depósitos de este tipo.

3.7.- MECANISMOS DE FORMACION DE PLACER EOLICO.

El mecanismo de la transportación de material detrítico por el viento es similar en muchos aspectos al transporte por arroyos, y de forma análoga los movimientos de material son distinguidos como estado de suspensión, por rodamiento y por tracción.

La masa de material detrítico en fracción fina es transportada en estado suspendido, el rodado es combinado con la saltación y ocasionalmente persiste por cientos de metros; pero la forma principal de movimientos de material clástico en el desarrollo de un placer eólico, continuando la acción del viento, esta tracción se combina con rodados, los cuales resultan de la ocurrencia de arenas móviles, montículos, canales, dunas y barhanes.

El movimiento de estas masas de arena, es acompañado por el rodado de partículas sobre la cresta de la pendiente hacia la dirección del viento al sotavento escarpado.

Las partículas finas y ligeras son acarreadas lejos por el viento, mientras que las partículas toscas y pesadas se rezagan y se acumulan en el apéndice de las dunas.

3.8.- PLACERES GLACIALES Y POST-GLACIALES.

Son placeres debido al enterramiento producido por glaciaciones, son raros y no son de gran valor económico.

Hay buenos ejemplos en regiones afectadas por glaciaciones como Chondiere, Quebec, Nome, Alaska, Lena, U.R.S.S., son importantes mientras que se considera que la profundidad de los valles del Terciario o Pleistoceno, son enterrados bajo capas glaciales y tills y contienen oro de placer.

En Canadá, son pocas las concentraciones de oro en gravas y arenas de ríos y sedimentos de playa parecidos al río Suskatchewan del Norte.

3.9.- TRANSPORTACION POR HIELO.

Las láminas de hielo y montañas glaciales transportan enormes masas de material clástico sin mucha frotación y clasificando los fragmentos por su tamaño y peso.

Los placeres por lo tanto no son formados en morrenas, y la presencia de minerales valiosos en ellos puede deberse o formarse como un indicador útil en la prospección de rocas.

3.10.- CLASIFICACION DE ACUERDO A LA DISTRIBUCION DE SUS VALORES.

Los valores nunca son distribuidos uniformemente, una capa conservando una distribución irregular de velocidades en flujos turbulentos del río, la clasificación de fracciones de aluvión rellenan las capas del río en forma de despojos longitudinales e intermitentes.

Es costumbre clasificar a los depósitos de varios minerales útiles por la persistencia de sus horizontes productivos y la distribución de valores en muy persistentes, persistentes y no persistentes. (fig. 19) (Smirnov, 1977).

3.10.1.- MUY PERSISTENTES.

Estos depósitos son más o menos uniformes a la distribución de sus valores, de un grosor relativamente constante, un piso duro, liso y algo de gradiente.

El horizonte productivo (arena) es claro y delimitado en composición litológica por los sedimentos subyacentes (turba).

Este tipo incluye a los canales rellenos, placeres de valle y bancos.

3.10.2.- PERSISTENTES.

Estos depósitos tienen una concentración menos uniforme de valores, a lo largo de anchura y longitud, y generalmente disponen de un piso desigual con un gradiente de inclinación.

Las capas no siempre difieren en composición litológica con los sedimentos subyacentes y su perfil se obtiene como resultado del muestreo.

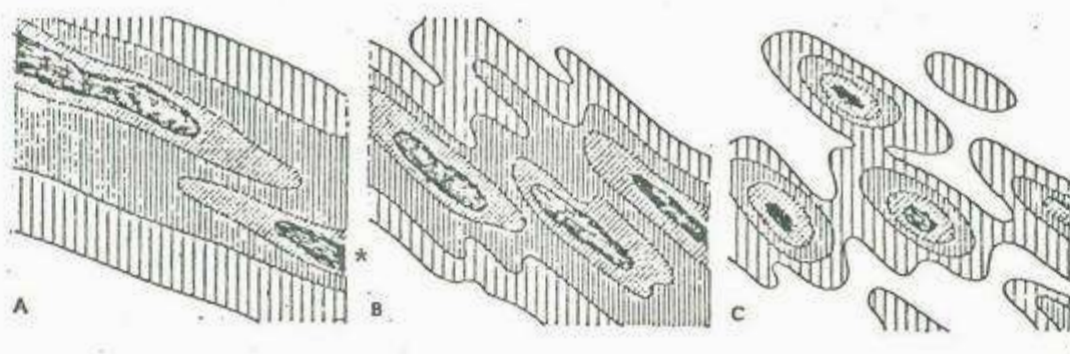


FIG. (19)

Distribución de minerales valiosos en un placer aluvial (Smirnov, 1977)

A.- Placer muy persistente

B.- Placer persistente

C.- Placer no persistente

*.- Concentración de minerales valiosos.

Los granos de mineral tiene un grado de desgaste desigual; pepitas, cristales grandes y crecimientos son muy frecuentes. Este tipo incluye los placeres de valles de río con clasificación media y fuertes. (fig. 20)

3.10.3.- NO PERSISTENTES.

Son distinguidos por una distribución ininterrumpida de parches de minerales valiosos, los cuales forman acumulaciones ricas locales (golpe de suerte).

Por los espesores no persistentes de arena y limo, y por la anchura variada del placer, las capas o paquetes individuales de valores son localizadas por el muestreo durante la prospección o explotación.

El piso es desigual con un gradiente de inclinación que forma rifles y acanaladuras separadas, los granos de mineral son irregulares en cuanto en clasificación, no están bien redondeados y se encuentran cristales grandes y pepitas; son comunes concreciones con otros minerales. Este tipo incluye placeres de pequeño nacimiento, fuentes de ríos y barrancas, también placeres eluviales y deluviales. (fig. 21)

3.11.- DEPOSITOS DE PLACER FOSILES.

Estos depósitos son originados en condiciones similares a los depósitos modernos, el rango de edad de estos depósitos abarca del Precámbrico al Terciario.

De acuerdo con Boyle (1979), se pueden reconocer dos tipos: Un tipo es el que se encuentra litificado, y contiene mucha pirita y otro tipo de sulfuros. El otro tipo se encuentra litificado de moderado a debilmente, contiene pirita y otros sulfuros pero no abundancia de óxidos.

Al primero pertenecen depósitos de conglomerado con cantos de cuarzo, el más productivo de oro de placer conocido es el de Witwatersrand.

Un ejemplo del segundo caso es el del río Bahia cerca de Nova Scotia, que son conglomerados del Carbonífero.

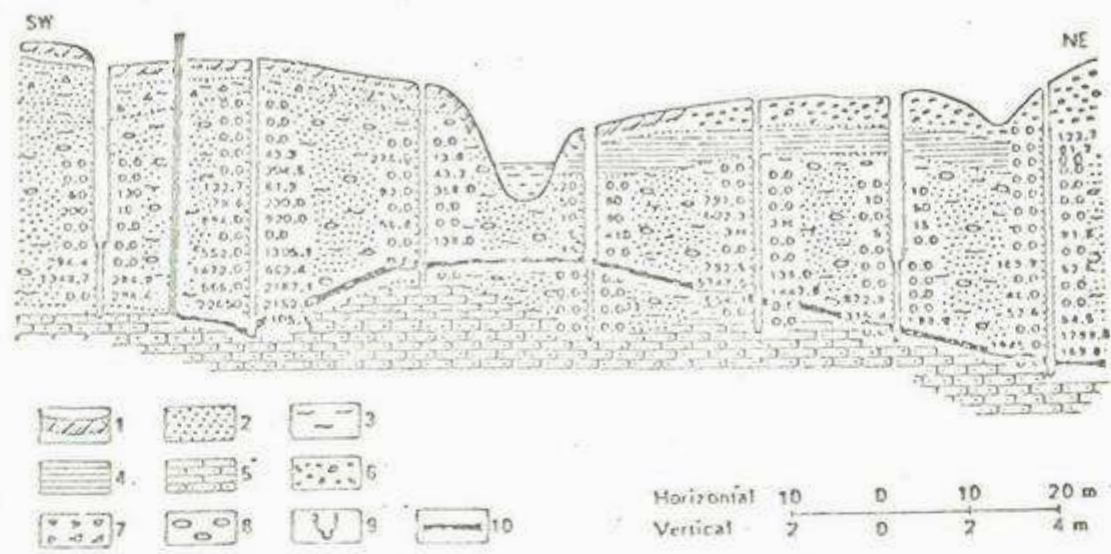
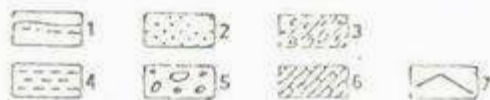


FIG. (20)

Sección de un placer de oro persistente (Smirnov 1977).

- 1.- Cubierta vegetal.
- 2.- Arena.
- 3.- Arcilla.
- 4.- Turba.
- 5.- Arenisca.
- 6.- Cascajo.
- 7.- Gravas.
- 8.- Roca.
- 9.- Pruebas de perforación y barrenación (las líneas representan el lugar de muestreo y la figura opuesta el contenido de oro).
10. Contorno minable.



Horizontal 10 0 10 20 30 40 m
Vertical 1 0 1 2 3 4 m

FIG. (21)

Sección de un placer de oro no persistente (Smirnov 1977).

- 1.- Cubierta vegetal.
- 2.- Arena.
- 3.- Arcilla.
- 4.- Lutita.
- 5.- Cascajo.
- 6.- Piso.
- 7.- Contorno de la mena.

La mayor parte de los placeres de oro fosiles no están relacionados a los paleorelieves, de preferencia son parte de una formación.

Todos los investigadores están de acuerdo en que el depósito conglomerado de Witwatersrand es autigenico. El origen del oro es de gran disputa, algunos investigadores lo postulan de origen hidrotermal y otros dan el origen de placer como una redistribucion del metal posterior como resultado de un proceso metamorfico.

La concentración de la mena está directamente relacionada a las capas de conglomerado sedimentarios y no dependen de estructuras posteriores. (fig. 22)

3.12.- PLACERES SEPULTADOS.

Subsidencias regionales, desbordamientos de arroyos, flujos de lavas pueden sepultar placeres; Un ejemplo excelente de este tipo de depósito es el de Sierra Nevada, donde el oro de placer está sepultado primeramente por gravas relavadas y posteriormente por tobas rioliticas y brechas andesiticas; Otro ejemplo ocurre en Victoria, Australia, donde el canal del rio ha sido cubierto por arena, arcilla y flujos de basalto, después de esto, el área fue hundida. (fig. 23)

En la URSS el placer de los Urales ha sido sepultado de sedimentos marinos del Cretacico al Cenozoico.

En el NE de URSS en la región Lena, el placer del Cuaternario ha sido cubierto por depósitos glaciales.

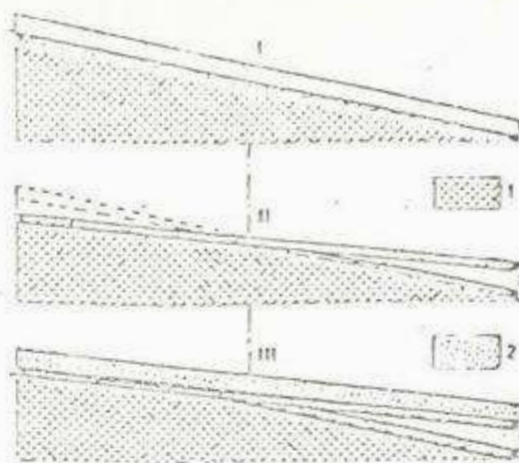


FIG. (22)

Diagrama que ilustra la formación de un placer compuesto emergiendo a través de la erosión de un placer simple (Boyle 1979).

1.- Piso

2.- Arenas.

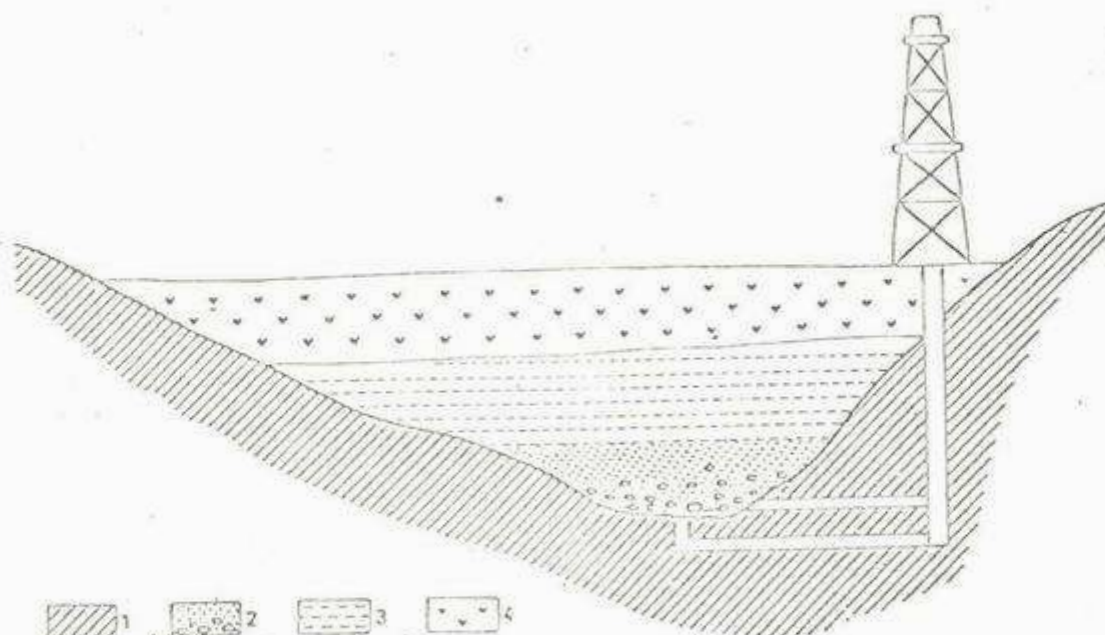


FIG. (23)

Sección de placer aluvial Victoria al oeste de Australia, cubierto por una capa de basalto (Boyle 1979).

1.- Piso.

3.- Turba.

2.- Placer.

4.- Basalto

III.- DEPOSITOS DE PLACER IMPORTANTES EN EL MUNDO.

1.- BRASIL.

1.1.- TAPAJOS.

Los depósitos auríferos de la región de Tapajós, pertenecen a la cuenca hidrográfica de los ríos Tapajós, Crepori, Jamanxim, Marupá, Abacaxis, Amana, Novo, y Tropas.

Todos estos yacimientos han sido explotados desde 1958 por procesos rudimentarios, y, a partir de 1978, se introdujo un sistema semi-mecanizado para la explotación de oro.

El lavado de aluvión se efectúa de dos maneras: Una lenta o pasiva, que normalmente se desarrolla por métodos rudimentarios de gambuseo, y métodos activos, donde el oro es extraído por motobombas de succión, denominadas localmente balsas.

En el método pasivo de trabajo, se aprovecha el mineral que se encuentra en barrancos.

Un perfil clásico de las mesetas aluviales está compuesto por tres capas de sedimentos inconsolidados:

Una parte basal, compuesta por cascajo con espesores bastantes variables, pudiendo a veces a llegar hasta 1m., la capa mineralizada tiene bastante oro.

Las otras dos capas superiores están compuestas por material de una granulometría que varía de limo/arcilla, correspondiente a la cima de la secuencia.

Existe también una secuencia de roca alterada en donde algunas veces se ha extraído oro.

Al piso alterado los gambusinos le denominan cascajo.

La dimensión de los depósitos de aluvión está en función del drenaje en que se encuentran.

Considerando el río Tapajós, como drenaje de primer orden y drenaje de tercer y cuarto orden que son los más frecuentes, forman terrazas que alcanzan hasta 10 km., de extensión.

De estas partes normalmente aprovechadas por los gambusinos, son aquellas donde el curso del agua se desenvuelve sobre una topografía plana, permitiendo en función de un menor gradiente un paquete aluvial mejor desenvuelto a lo que los gambusinos llaman de bajada.

Los trabajos a pequeña escala son ejecutados con una lámina de agua que puede mover en algunos casos media decena de metros. La parte aprovechada son niveles mineralizados, constituidos por una fracción de cascajo, existiendo entre tanto, otras partes del paquete que pueden ser aprovechadas.

A partir del inicio de la década actual, se empezaron a lavar dos depósitos de aluvión/coluvión denominados por los gambusinos como placeres secos, como ejemplo de estos depósitos que utilizaban motobombas de succión.

La geología está representada de rocas de composición granítica (Gneises, migmatitas, granodioritas y granitos), con algunos núcleos máficos, facies vulcanosedimentarias (esquistos, cuarzos, formaciones ferríferas u niveles de pedernal), volcánicas ácidas continentales, granitos anorogénicos, sedimentos de cobertura y diques básicos.

A partir de trabajos como el de Barbosa (1966), de oro de Tapajós, pasó a ser asociado a rocas de basamento.

Santos* et. al., (1975) consideró la aparición de fallas y diaclasas como asociación genética al sistema formador de los lineamientos Tapajós (NE-SW), y Abacaxis (NW-SE) atribuyendo a éstos eventos participación en la mineralización del oro.

Silva (1982), define más de tres lineamientos: Río Las Tropas-Inambé (NW-SE), Inambé-Crepari (NW-SE) y Jamaxim-Marupá (NE-SE) y atribuye a éstos eventos una movilización de la mineralización aurífera de la región.

Las últimas investigaciones hechas por DNPM indican que la mineralización de oro de Tapajós tiene origen epigenético, formado de costras de intrusiones graníticas y trenes estructurales.

1.2.- RIO MODEIRA.

Los depósitos auríferos se distribuyen a lo largo de playas, islas y en algunas márgenes localizadas.

Adamy et. al. (1981) clasifican estos depósitos como: capa arenosa y granulometría media, horizontes cascáliferos suelos, areniscas ferruginosas y lo magnecíferas, sedimentos laterizados, areniscas conglomeráticas y cascajos antiguos parcialmente consolidados.

Los niveles portadores de cascajos tienden a ser elevados y son más fácilmente recuperables.

Se localiza abajo de una capa arenosa, con profundidad que oscilan de 0.5 a 3 m.

La composición de éstos, engloba materias diversificadas desde cuarzo, cuarcitas, granitos de basamento e intrusivos más jóvenes, también fragmentos de sedimentos terciarios, siendo a veces estos últimos ricos en partículas de oro visibles.

El diámetro de las partículas varía de 0.02 a 0.1 m., con los bordes redondeados, contrario a esto, los cascajos más antiguos tienen diámetros mayores y bordes salientes.

Estos depósitos algunas veces presentan dos niveles de cascajo separados por una capa de arena.

A estas capas medias conglomeráticas se les denomina moco-roro, y se presentan en casi todos los frentes mineralizados; Representan una fracción inconsolidada mas antigua y están relacionadas a la fluctuación del nivel freático, poseen una ley bastante variable y un espesor medio de 0.30 a 0.40 m.

Una de las hipótesis genéticas más acertadas para estos depósitos está relacionada a la movilización de rocas básicas Arqueanas por procesos metamórficos, donde el oro fue concentrado en zonas de diaclasas y/o fallamientos.

Una segunda hipótesis está relacionada a intrusiones graníticas anorogénicas en donde el oro movilizado es encajonante, formando pequeños depósitos en zonas de contacto en facies ricas en sílice.

A pesar de que toda esta área ha sido lavada por gambusinos ultimamente algunas empresas mineras están volteando material para el aprovechamiento total de ese mineral.

2.- U.R.S.S.

2.1.- DEPOSITO DE BELAYA GORA (MONTAÑA BLANCA).

El depósito actual se encuentra situado en la porción cercana a la cima de Belaya Gora (Montaña Blanca), la mineralización tiene forma de segregados de veta y stockworks, incluyendo zonas individuales con concentraciones comerciales de oro.

Los depósitos se forman de sulfuros pobres, tipo de asociación cuarzo-oro.

La mena mineral consiste de pirita, arsenopirita, esfalerita, sulfosales de plata, oro nativo, plata y otros minerales.

El oro ocurre en vetas de cuarzo de stockwork y rocas alteradas hidrotermalmente la clasificación de las partículas varía de muy finas dispersas (menores de 0.5 microns) a completamente grandes, alcanzando hasta 8 grs. El resultado de un análisis racional demostró que el oro libre (aprox. 70%) es predominante en la mena.

El oro combinado está en función de la relación con otros minerales (aprox. 30%) y se encuentra como segregados finos en los sulfuros (0.2 - 0.5%) (Volarovich y Shokhar, 1970).

La forma de las hojuelas es escamosa y plana, su fineza varía de 630 a 670.

Un placer deluvial está situado en una pendiente suave y débil de Belaya Gora; el espesor de los sedimentos clásticos varía de 5-6 m., y en la porción baja de la pendiente, es mayor de 20 m.

La edad de la formación deluvial-eluvial, de acuerdo con F. Shokhor, es del Cuaternario temprano a medio.

Los depósitos deluviales consisten de arcilla o arcilla arenosa con fragmentos y cascajo de rocas eruptivas.

En sitios hay vetas y lentes de arcilla plástica.

Algunas veces es observado un bandeamiento horizontal controlado por el cambio en color de varios horizontes que va de ocre-amarillo a gris y gris oscuro.

En la base del deluvión en sectores individuales, una costra de arcilla de meteorización con color rojizo y un espesor visible mayor de 0.5 m., ha sido preservado (Volarovich y Shokhor, 1970). La composición y clasificación del grano de acuerdo con T. Yugai es de la siguiente manera: (en %)

Fracción	100 - 200 m m	1.6
	50 - 100 m m	4.6
	20 - 50 m m	3.5
	12 - 20 m m	3.5
	5 - 12 m m	4.7
	5 m m	82.1

La masa de material clástico está compuesta de material arcilloso el cual indica un alto grado de desintegración de rocas eruptivas alteradas hidrotermalmente, las cuales son inestables durante el proceso de meteorización.

La fracción pesada del deluvión incluye limonita (arriba de 50 - 60 %), magnetita (6 - 10%), ilmenita (sup. a 36%), cromita (sup. a 40%), epidota (sup. a 30%) y una cantidad significativa de zircón, sulfuros, óxidos de manganeso y otros minerales.

El oro que se presenta diseminado a través de la secuencia de deluvión formando lentes enriquecidos impersistentes, está presente en el material arcilloso desmenuzable en los clásticos y la mayor parte del volumen del metal está incluido en esta forma. De acuerdo con Shokhor, la cantidad de oro libre en el deluvión comprende del 50% al 83% y está en proporción a la roca sólida. En apariencia, el oro en un placer deluvial no difiere de otro tipo de mena.

Las dimensiones de las hojuelas son de 0.05 x 1.5 mm., la más común es de 0.15 - 0.05 mm., la ocurrencia de oro se combina encerrado en intersticios de cuarzo y caolinita.

Los placeres proluviales del modo Belogorsk son confinados a salidas de arroyos, los cuales se han formado como resultado de desplazamientos por gravedad y relavado parcial del deluvión formado durante épocas de inundación.

Los arroyos en valles son definidos como débiles, en el relieve presente, no obstante, que sus pendientes son significativas (0.02 - 0.05).

El máximo espesor del proluviación aurífero a lo largo de la vaguada tiene un rango de 20 - 25 m., (Yugai, 1970). Esto está asociado probablemente con la restricción en zona de falla, los cuales están acompañados por la distribución lineal de costras de meteorización y acumulaciones de material desmenuzable a través de un largo tiempo. (desde el Neogeno).

Los sedimentos proluviales contienen arcilla con material clástico angular.

El grado de clasificación de acuerdo con Yugai es el siguiente: (en %)

fracción	- 200 m m	0.4
	200 - 150 m m	1.2
	150 - 100 m m	1.4
	100 - 60 m m	2.4
	60 - 20 m m	5.5
	20 - 10 m m	3.1
	10 - 6 m m	6.5
	6 m m	79.5

La fracción pesada del concentrado incluye magnetita (mayor de 60%), ilumenita (mayor 20%), limonita (mayor de 40%), cromita (mayor de 15%), y cantidades insignificantes de zircon, anatasa, sulfuros, etc.

El oro ocurre a través de la sección entera de proluviación, pero las concentraciones mayores han sido localizadas en la porción cercana al piso, se han observado capas con oro no muy claramente definidas.

La cantidad de oro en los placeres proluviales es de 5 - 10 veces mayor que en el material deluvial; esto está regulado por la erosión del material desmenuzable liberado de Belaya Gora, y la liberación más completa de oro por los clastos.

La clasificación de las hojuelas de oro de acuerdo con Yugai es la siguiente: (en %)

Menores de	0.3 m m	23.2
	0.3 - 0.5 m m	13.9
	0.5 - 1.0 m m	14.9
	1.0 - 2.0 m m	35.2
Mayores de	2.0 m m	12.8

(El oro submicroscópico no ha sido identificado), por lo tanto el 50% es oro grueso (+1mm); durante el desarrollo de los placeres aluviales se forman pepitas de oro que pesan gramos a docenas de gramos, la más grande ha pesado 190 gr.

En contraste con el oro de placeres deluviales, presentan un color verde-plateado-amarillo, y un intenso lustre metálico, el oro en placeres proluviales es amarillo rosado con lustre apagado y superficie rugosa, su fineza va de 663 - 694.

Las hojuelas pequeñas no están redondeadas y son generalmente monocristales y cristales encerrados.

Las hojuelas más grandes están debilmente redondeadas y aplanadas, y tienen superficies drusas, boludas y dendríticas. Cerca del oro libre hay intersticios con cuarzo, kaolinita y cinabrio.

3.- ESTADOS UNIDOS

3.1.- YUBA PLACER, CALIFORNIA.

El yacimiento natural de Yuba (YNR) está situado en la provincia fisiográfica del Oeste de la estibación de la Sierra Nevada y el Valle Sacramento, donde el río Yuba ha formado un cañón angosto erosionando el piso entrando al Valle Sacramento.

En esta localidad el río ha formado una ampliación, meandros y extendido una planicie.

El piso del yacimiento está compuesto por basaltos metamorfizados comprimidos del Triásico-Jurásico, son de afanítico a grano muy fino, densos, duros y diaclasados.

Estas rocas se componen de zonas arcillosas con varios pies de espesor, cubriendo el piso, se encuentran sedimentos marinos de grano fino del Eoceno, conocidos como la formación Ione, que fue depositada durante la última transgresión marina en el interior de California, consistiendo de arenas arcillosas con menor cantidad de grava.

Intercalados con los sedimentos marinos Ione, están los depósitos auríferos del río de edad Terciaria consistiendo de cantos de arena y cantos de grava y arcilla.

El depósito fluvial surge de la formación de una secuencia deltáica, en la cual las capas de los sedimentos Ione y depósito fluvial alternan verticalmente e interfieren lateralmente.

La mayoría del oro depositado en sedimentos fluviales del Terciario y Cuaternario fue transportado por el río Yuba.

Los depósitos fluviales están extendidos y han sido retrabajados por depósitos fluviales del Cuaternario.

La compactación y textura de sedimentos Cuaternarios de río, es similar a los depósitos fluviales Terciarios.

Para su dragado, el oro se presenta en lentes de aluvión a través de la sección de sedimentos fluviales Cuaternarios.

Los deslaves acumulados por el drenado que va en un rango de 58 pies de espesor, en las reservas de drenado, incluyen depósitos de relave hidráulicos lavados en el río Yuba.

Durante el Terciario, el antiguo río Yuba erosionó un canal del piso mesozoico y durante el Eoceno se comenzó a depositar sedimentos dentro de este canal. Durante este tiempo, también el mar Ione estuvo presente en el Valle Sacramento y el Río Yuba fluyendo dentro del mar.

El Delta del Río Yuba, estaba localizado en la fuente natural Yuba, resultando la interferencia de sedimentos fluviales con depósitos marinos.

El Yuba continúa activo a través del Cuaternario siguiendo la regresión del mar Ione, y comenzó la disección del canal terciario y depositación de sedimentos fluviales Cuaternarios.

Como la depositación fluvial continuó, una planicie se formó en la misma vecindad que había sido ocupada por el delta Terciario, con la excepción de que la elevación de la planicie fue más alta y cubriendo a los depósitos Terciarios.

La actividad fluvial continuó hasta el presente, y el río Yuba tiene una planicie muy activa que comienza en la fuente natural Yuba y se extiende varias millas al SW.

El minado hidráulico añadido al río y durante el drenado, el canal fue movido y su gradiente modificado.

La presencia de un dique en el punto Daquerre ha alterado fuertemente el gradiente del presente en el río Yuba.

4.- CANADA

4.1.- DISTRITO DE KLONDIKE.

El distrito está limitado al oeste por el valle del río Yukon, el cual es uno de los ríos más largos del continente, al norte por el valle ancho del río Klondike, al este por un valle mucho más amplio que el anteriormente mencionado, que se extiende a la base Surcoeste de la extensión Ogúvie de las montañas rocosas y constituye una de las principales características topográficas del territorio del Yukon; Y en el sur, el valle del río Indio, un tributario del Yukon forma el límite en gran parte de la distancia, la excepción es una rizada angosta que se encuentra en la esquina sureste del área, conectando a las montañas con todo el sur.

Estas montañas no tienen cimas escarpadas como las Montañas Rocosas o de las costas del Norte y Sur, pero su cima más bien es redondeada y sus lados descienden en pendientes suaves de los valles, con direcciones radiales hacia los puntos más altos.

El fondo de los valles también es de pendientes altas, pequeñas y muy regulares y en los arroyos su flujo no es interrumpido por lagos y cascadas, algunos de los arroyos con dirección de flujo norte tienen pendientes muy empinadas y canales en forma de desfiladero que cortan espesores de 200 a 300 pies bajo el fondo de los valles antiguos, pero las planicies en estas pendientes son regulares y continuas.

El territorio es grande, cubierto por rocas esquistas, las cuales tienen como características distintiva la presencia de sericita, clorita, grafito o cuarzo.

Geologicamente hablando, es muy antiguo con edad probable del Cámbrico o Precámbrico, las rocas se encuentran muy plegadas, contraídas y deformadas y como consecuencia de esto han sido fuertemente alteradas por erupciones o sedimentos que se han depositado.

Estos esquistos están cortados por muchas vetas angostas y lentes de cuarzo con oro, y mientras estas venas son más numerosas y probablemente con una mineralización más alta, en algunos lugares deben parecer estar presentes en cualquiera de

los esquistos, aunque en lugares no se forman suficientes agregados grandes o ricos que sean económicamente explotable. Debido a su importancia e interés, el oro de placer colectado en el fondo de los valles probablemente sea derivado de ellos.

En pocos lugares alrededor de el margen del distrito Klondike, ocurren afloramientos de rocas sedimentarias del Eoceno.

Durante este periodo el suelo debió parecer inferior tanto que presenta un contorno de 400 pies, que estuvo cerca del nivel del mar, para esta elevación, el remanente de una basta penillanura puede ser trazado en la colina, no solamente en el distrito Klondike, porque se expande de la meseta Yukon, la cual se extiende al Sur y Oeste.

La cima redondeada de las montañas se ve como cualquier cumbre alta, extendiéndose en el horizonte como olas en el océano.

La cima del monte Klondike formada de esta antigua penillanura, aunque algunas de las depresiones grandes alrededor y cerca fue marcada indudablemente fuera de tiempo.

Asumiendo que esta porción de la pendiente de la penillanura baja en los valles rodeados, de los cuales fueron sumergidos, la elevación general de las montañas Klondike tomando como dato el presente nivel del mar, fue de 3500 pies aproximadamente; posteriormente, al final del periodo Eoceno, el suelo fue levantado sobre el mar y desde entonces no ha sido sumergido y continuamente ha estado sujeto a la descomposición de agentes meteoricos y a la erosión subarea y de arroyos.

El distrito yace en el área que no ha sido afectada por el glacial, junto con el glacial Ogilvie Range de las montañas del NE., y muchos mas frecuente del glacial Chilcat o Coast Range de las montañas del SW; por lo mismo existe la posibilidad de que durante el periodo glacial pudo haber algunos glaciales locales en las porciones altas de valles.

Ninguno de los glaciales del Norte o del Sur lo alcanzó, y no ha habido transportación de material de cualquier fuente aflorante.

El problema de erosión, transportación y concentración está confinado en uno mismo.

Después que la faja fue levantada del anterior nivel del mar, los agentes atmosféricos comenzaron con la descomposición de las rocas, la rotura y liberación de partículas de oro, por otra parte, mientras que la lluvia y arroyos grandes y pequeños, cortaron los valles, disolvieron parte de las rocas y levantaron las partículas insolubles de los niveles altos y bajos.

Las partículas muy pesadas como gravas y pepitas de oro, se asentaron cerrando los lugares de los cuales fueron derivados, mientras que las partículas ligeras se transportaron más lejos.

El proceso de descomposición y erosión con la transportación y separación del material erosionado, fue continua año por año hasta que la faja fue reducida hasta el nivel actual y el fondo del valle ancho y relativamente superficial, ha sido rellenado en su curso por cantos rodados de rocas de diferentes durezas y resistencia, principalmente vetas de cuarzo, que han sido lavadas lentamente en las partes bajas de la colina.

Mezclado con estas grandes masas de roca, donde las pepitas y granos de oro pesado han sido lavadas fuera de la colina y debido a su peso no han sido transportadas con las partículas de oro de la misma clasificación, se encuentran capas de grava cuarzosa formando la localidad conocida como "Gravas Blancas" o "Cuarzo Blanco Lavado".

Después de que estas capas fueron formadas, los arroyos con flujos hacia el norte fueron aceleradas y adquirieron un gran poder de corte, probablemente por una inclinación de la faja sur desviada al norte, continuando como consecuencia con la elevación de las montañas cercanas a la costa del Pacífico.

Estos arroyos, por lo tanto, cortaron valles angostos con lados empinados a través de la grava blanca y dentro de la roca subyacente, formando terrazas de grava blanca en uno o en ambos lados del valle, reconcentrando en sus capas el oro. De esta forma, el oro pudo estar en la roca cortada y en gravas antiguas; estos dos depósitos fijos de grava tiene una producción acumulada a la fecha de aproximadamente 6 millones de onzas de oro fino y es probable que se tengan 4 millones de onzas como remanentes en el placer, haciendo un contenido total probable de oro en el

placer de klondike de 10 millones de onzas de oro.

Como se vio anteriormente este oro fue concentrado por riachuelos y arroyos en la totalidad del material rocoso lavado bajo los montes Klondike, y probablemente representa una considerable proporción de oro originalmente contenido o incluido en la roca. En referencia a la cantidad de roca que fue lavada bajo la acción de agentes erosionantes y de transporte actuando continuamente a través de un largo periodo de tiempo, sólo datos aproximados son obtenibles, pero si se siguen ciertos estatutos se puede obtener con un cierto grado de exactitud las condiciones que existieron durante el periodo de erosión.

En un estado anterior a la elevación de la faja, cuando la denudación activa comenzó al cierre del Eoceno, habia 3500 pies, tomando como dato el presente nivel del mar.

La elevación insignificante del distrito en el presente es de aproximadamente 2600 pies, para los cuales, parece que el espesor de roca removida en la superficie junto con el fin del Eoceno, y representa un tiempo igual a un espesor de 900 pies sobre al área total.

Adoptando la escala de tiempo ordinario de 4000 años, para remover 1 pie de superficie, 3,600,000 años se requieren para remover estos 900 pies de superficie, y de acuerdo a estos cálculos, se requiere un tiempo que abarca desde el cierre del periodo Eoceno.

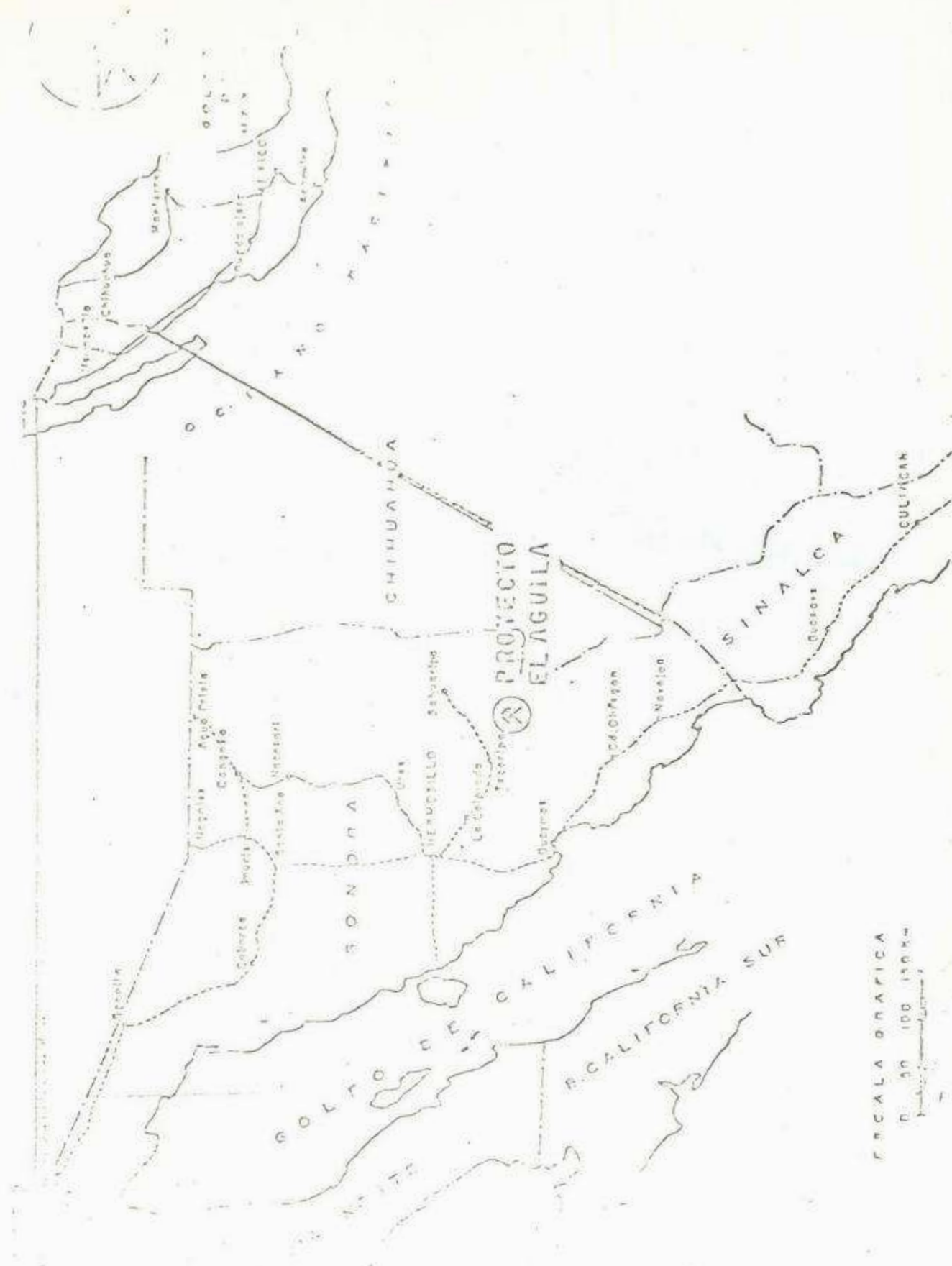
Un espesor de 900 pies sobre una área de 800 millas cuadradas equivale a una masa de 136 millas cúbicas ó 1,600,000,000,000 toneladas de roca, esto es por lo tanto la cantidad de roca que fue removida por denudación y por lo cual 10,000,000 de onzas de oro fueron lavadas y concentradas en el placer Klondike, y representan rango de contenido de oro de 0.003 gramos ó 0.013 centésimos de tonelada de la roca original del lugar.

Como se ha visto, el distrito Klondike es un placer fenomenalmente rico formado por el desgaste lentamente realizado de la mineralización de vetas de oro o mantos, pero las condiciones favorables continuaron ininterrumpidamente la concentración de una masa de roca conteniendo solo una mínima cantidad de oro.

IV.- EJEMPLO DE UN DEPOSITO DE ORO DE PLACER EN MEXICO.
PROYECTO EL AGUILA

1.- LOCALIZACION.

El depósito en cuestión se localiza en la porción Centro-Este del estado de Sonora, en las cercanías de Onavas, que se localiza a 200 km al Este de Hermosillo por la carretera no. 16 que va a Chihuahua; se encuentra en la hoja topográfica H12D75 INEGI, abarcando un área aproximado de 50 Km². (fig. 24)



ESCALA GRAFICA
0 50 100 150 MILES

2.- GEOLOGIA GENERAL DEL DEPOSITO.

Rocas Igneas Extrusivas.-

Formada por rocas extrusivas consistentes de coladas andesíticas con intercalaciones de tobas, aglomerados y brechas volcánicas de la misma composición; son rocas que se encuentran dentro de la formación Tarahumara (Navarro y Soto, 1987), definida por Wilson y Rocha (1946), se encuentran distribuidas al NW y SE del área de trabajo y dentro de las estructuras cuaternarias que se mencionan a continuación en forma de pequeños afloramientos y formando el piso de dichas estructuras.

Esta secuencia forma relieves topográficos en forma de lomeríos suaves y de suelos de color gris oscuro, esta serie de rocas cubren discordantemente las secuencias sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico (Grupo Barranca) (Navarro y Soto, 1987). (fig. 25)

Formación Baucarit (Definida por King, 1939).

Es un conglomerado poligmítico con fragmentos angulosos a subangulosos de rocas intrusivas, volcánicas, areniscas y pedernal de matriz arenosa, cuarzo feldespática y en ocasiones calcárea, el tamaño de los fragmentos es muy variado y va de 1 cm a 50 cm aproximadamente.

En esta área se presenta con un echado casi horizontal variando de 0° a 20° dominando los echados bajos y aflora en la mayor parte del área formando mesetas alargadas, se encuentran discordantemente con las rocas volcánicas extrusivas formando parte del piso de las estructuras cuaternarias.

Terraza Cuaternaria.-

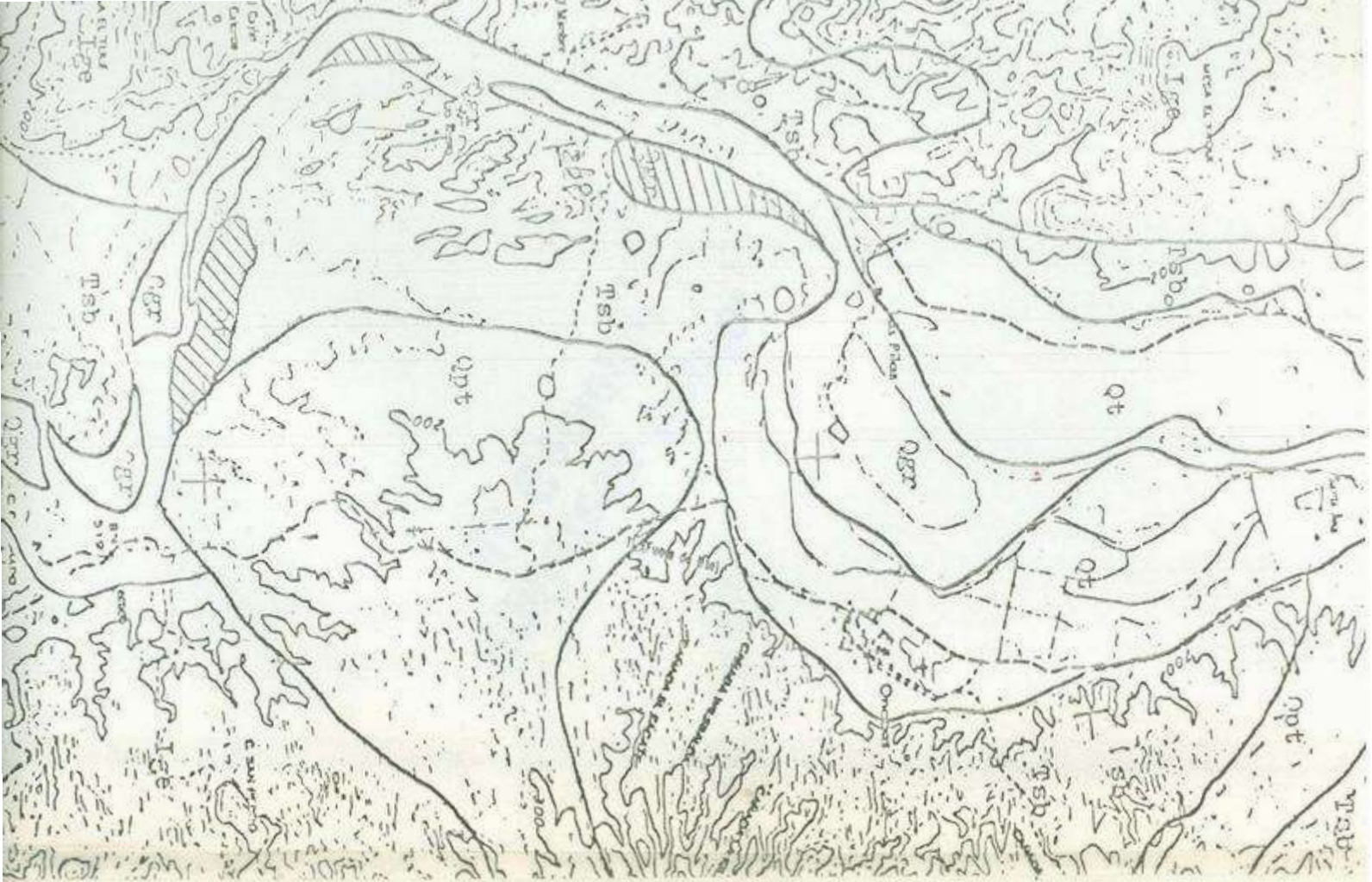
Son estructuras geomorfológicas formadas a ambos márgenes del río, se toma como unidad diferente debido a su importancia económica ya que aquí se encuentra la mayor concentración de minerales valiosos, se componen de gravas y arenas que se describen de una forma más detallada a continuación:

Píamonte Cuaternario.

Se encuentra en las pendientes de los lugares elevados, se diferencia del material acarreado por el río por la angulosidad de sus fragmentos ya que han sufrido poco retrabajo, se encuentran distribuidas en un abanico aluvial que se puede localizar en el área.

Gravas Cuaternarias.-

Son gravas que actualmente está transportando el río, no se encuentran en terrazas, se localizan a orillas del río y es el material de acarreo más reciente, económicamente son importantes cuando se encuentran en partes internas de meandros o formando playas.



EXPLICACION

- Qgr Gravas Cuaternarias
- Qpt Piedmont Cuaternario
- Qt Terraza Cuaternaria
- Tsb Formación Baucarit
- Ige Rocas Igneas Estrusivas
- 22° Rumbo y echado
- Contacto Geológico
- Areas con Mineralización

RSC. 150 000

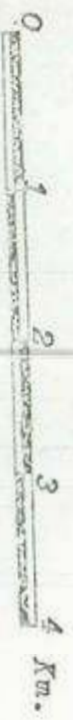


FIG. (25)

Plano geológico del área donde encuentran localizado el depósito de oro de placer.

3. DEPOSITOS CUATERNARIOS

En el área de estudio se han localizado varios tipos de depósitos Cuaternarios, de los cuales se han identificado: terrazas, playas de río, canales rellenos y un abanico aluvial, cuya distribución se muestra en la fig. 27.

La distribución y existencia de estos depósitos es algo similar, aunque no de una forma muy idéntica a lo mostrado en la fig. 2, en la cual se muestra de una manera más detallada los diferentes depósitos, como por ejemplo se da una distribución cronológica de las terrazas. Pero cabe hacer la comparación recomendada en cuanto a su parecido.

3.1. TERRAZAS DE RIO

Area el Villoro.

Como se forman las terrazas.

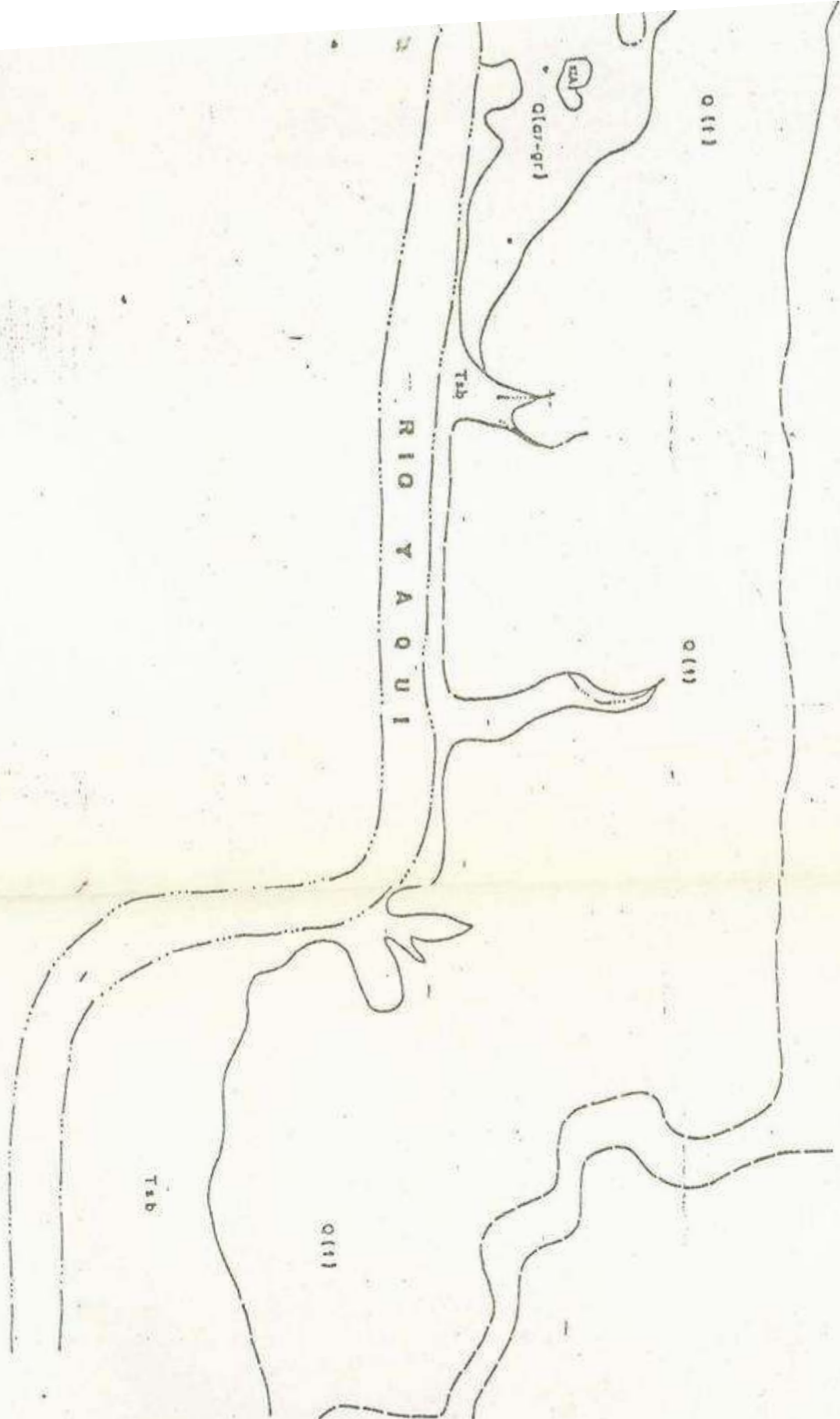
Las terrazas de río resultan de hecho de que el aluvión depositado en el valle del río han sido removidos por la erosión. Esto se lleva a cabo cuando el curso del río o arroyo cambia y corta al material que se encuentra en el valle, esto trae consigo un incremento de gradiente debido al aumento de inclinación por el incremento de volumen o decrecimiento de carga.

En otras palabras, la formación es producto de los constantes cambios de curso del río. Esto trae por consiguiente la formación de terrazas en ambos flancos del río, aunque no necesariamente.

Las terrazas que se encuentran en un mismo nivel, o sea en puntos opuestos del río, no siempre deben coincidir en cuanto a espesores y extensiones, esto es porque en los cambios del curso del río, no erosionan o transportan la misma cantidad de material, porque su duración no es igual.

Localización de la terraza el Villoro.

Se han identificado varias terrazas, pero no todas son de importancia en cuanto al objetivo buscado, que es la exploración de oro de placer, esto se debe a lo que se mencionó en el párrafo



FIG

anterior, en cuanto a la diferencia de espesores y material acarreado durante el cambio de curso del río.

Las terrazas más antiguas se encuentran más alejadas del río. La terraza estudiada es moderna, se encuentra cerca del río y localizada al SE del poblado de Onavas (ver fig. 25-26).

Aspectos generales de la terraza El Villoro.

Se forma de gravas con arena, teniendo un espesor promedio de 5m. contando con una extensión aproximada de 140 000 m².

En la figura 28 se aprecia la forma de la terraza el Villoro, se nota un alargamiento en dirección E-W y en la porción más al W una ligera deformación hacia S., esto se puede deber al cambio de curso del río (que se puede notar de E-W a NS) que ha depositado más material en este lugar.

En cuanto a la geología de la terraza se puede distinguir o dividir a la terraza en 2 partes; piso y gravas de terraza aluvial.

Piso.- En esta terraza el piso se encuentra formado por areniscas y conglomerados de la formación Baucarit de edad Terciaria sup. dicho conglomerado se encuentra aflorando en gran parte de la región por donde corre el río Yaqui, y sus espesores son muy variables.

Se puede ver que estos conglomerados están descansando sobre rocas volcánicas andesíticas de posible edad Cretácico, cuyos afloramientos se localizan también a orillas del Río Yaqui, pero en una forma más aislada.

Si consideramos la clasificación de pisos mostrados en la figura 5, tenemos que en éste caso el piso caería dentro de la clasificación de pisos lisos, pero en escasas ocasiones puede ser ondulado.

Este aspecto es muy importante para que haya una buena concentración de minerales pesados en el piso, ya que si se presentan irregularidades como ondulaciones o rugosidades, estos actuarían como trampas facilitando la concentración de minerales pesados.

Figura 25



Localización de los depósitos cuaternarios existentes.

Esc. 1:50 000

1.- Terraza de río (Villoro)

2.- Playa de río (Cajón del Catorce, Villoro II, El Recodo (2.3.))

3.- Canales Rellenos (Garambullo).

En la terraza El Villoro tenemos que el echado de las capas del piso se presentan casi horizontalmente, lo cual es poco favorable para la concentración de buenos valores.

Gravas de Terraza Aluvial.- La capa de gravas es de un potencial menor, contando con un espesor promedio de 5 m.

En cuanto a la composición se distinguen fragmentos de roca de composición félsica a intermedia, así también como material silíceo, como rodados de cuarzo, calcedonia, etc., y fragmentos redondeados de material ferroso, como óxidos principalmente hematita, magnetita y especularita, entre otras.

También se distinguen rodados de conglomerados fuertemente silicificados.

La clasificación en cuanto a la uniformidad del tamaño puede decirse que se trata de un material detrítico moderado.

Su tamaño es más o menos uniforme con cantos de diámetros muy consistentes, variando éstos de menor de 1 cm a 40 ó 50 cm., de diámetro como máximo, aunque éstos últimos son escasos.

Esta característica es muy importante en cuanto a su explotabilidad haciéndola muy favorable.

Dentro de las terrazas se forman los placeres secos debido a que se encuentran muy por encima del nivel freático.

La concentración de minerales pesados en el Villoro es de una distribución irregular dando una forma de placeres no persistentes (ver fig. 19 y 21), ya que se encuentran en forma de concentraciones irregulares como "manchas".

Se nota una tendencia de concentración de minerales pesados hacia la orilla de la terraza que limita con el río hacia la porción oeste y es más notable donde el río hace un cambio de curso, en este caso ocurre algo similar a lo que ocurre en la fig. 12 en la cual se explica que los cambios bruscos de dirección son favorables para la concentración de minerales pesados, por haber un mayor movimiento de material detrítico, formando pendientes muy verticales debido a la erosión fuerte que se llevó a cabo, o sea la formación de pendientes quitadas (algo similar ocurre en playas que se encuentran en partes internas de meandros, como en el caso de Cajon del Catorce, Villoro 2 y el Recodo).

También es de notarse que la mayor cantidad de concentración de valores se encuentran en los primeros metros de espesor de la terraza, siendo menor a medida de que nos acercamos al piso, probablemente por que la concentración se llevó a cabo en diferentes etapas y la poca capacidad de retención del piso. En la figura 29 se muestra una sección con exageración vertical, donde se puede apreciar los diferentes tipos de horizontes depositados, así como también los diferentes valores concentrados.

3.2.- PLAYAS DE RIO.

Las playas de río son también estructuras geomorfológicas favorables para la concentración de minerales pesados.

En este caso, en el área de estudio ocurre algo similar a lo que se mencionó antes en una parte localizada al sur de la terraza el Villoro, donde el río cambia su dirección de curso, y que es comparable con la figura 12, donde se ilustra la concentración de minerales pesados (como se depositan) en estos casos.

Las playas de río se pueden formar en partes internas de meandros. (es cuando son más favorables para la concentración de los minerales pesados) y se encuentran también en áreas de inundación.

La formación de meandros es típico en ríos maduros dentro de los cuales se incluye el Río Yaqui, por lo cual es lógico encontrarnos meandros en dicho río.

Los ríos jóvenes no son favorables para la formación de meandros por la gran actividad de corte que poseen.

La formación de meandros es característica de ríos maduros, debido a que la carga se ajusta a que el río no siempre está en depositación por que alterna en corte y relleno de canales.

Las pequeñas irregularidades de un río que atraviesa una planicie de inundación son transformados en meandros, por la depositación de sedimentos en la parte interna de la curva y por el corte del banco en la parte externa.

Considerando las características apropiadas para la concentración de minerales pesados tenemos que las zonas más favorables se

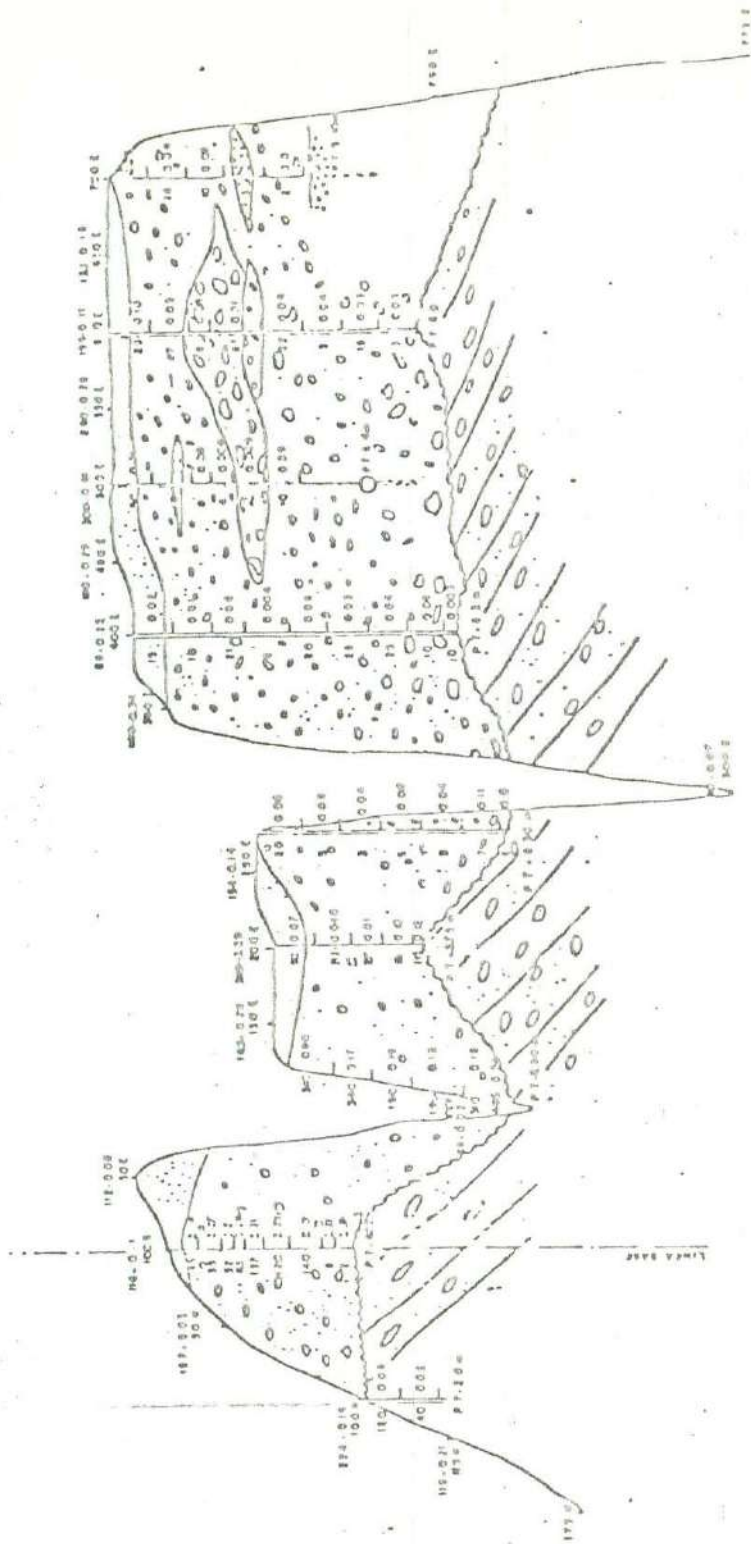


FIG. (29)

Sección de la Terraza El Villoro.

EXPLICACION



Arena



Grava fina con arena



Grava gruesa con arena



Piso Tsb

Discordancia

Esc. Hor=1

Esc. Vert=1

224-0.14 Estación con valores de número de colores y ley calculada 100#

154-0.14 Pozo con profundidad total y valores de número de colores y ley calculada (gr/ton)

○ Pozo suspendido por derrumbe.

encuentran donde el agua es turbulenta frenando a la grava y erosionando al fondo del río, esto separa a los minerales pesados que van cargados en la matriz, permitiendo que se asienten, pero cuando la turbulencia es fuerte y sólo acarrea material ligero, probablemente lo agite todo y lo transporte río abajo. Pero bajo el área de turbulencia habrá agua lenta y será una buena área para depositación.

Localización de la Playa de Río Cajón del Catorce.-

En la figura 26 podemos localizar la playa de río Cajón del Catorce, así como también otras áreas depositadas en partes internas de meandros, como son: El Villoro y el Recodo.

Aspectos Generales de El Cajón del Catorce.-

Esta área se encuentra formada por grava con arenas, teniendo un espesor aproximado de 3.0 m., y una área de 74,000 m² aproximadamente.

En la figura 30 podemos observar la forma que presenta notando un cierto alargamiento con dirección N-S y la distribución de gravas y arenas.

Geograficamente la terraza se puede dividir en piso, gravas y arena:

Piso.- Aquí tenemos un caso diferente a la terraza el Villoro ya que contamos con dos tipos de piso (uno volcánico y uno sedimentario).

El piso volcánico se forma de andesitas de posible edad Cretácica que se encuentran debajo del conglomerado de la formación Baucarit, este piso es dominante en la mayor parte del área, encontrándose además pequeños afloramientos.

En cuanto al piso sedimentario, este es similar al de la terraza el Villoro conservando las mismas características.

En esta área este tipo de piso sólo se encuentra en la porción norte de la playa.

Gravas.- (como se puede ver en la figura 30) las gravas G (gr) sólo ocupan aproximadamente la mitad del área compuesta de material clástico. El espesor promedio es de 3.0 m., en cuanto a la composición de sus fragmentos es muy similar a la del Villoro, es decir, rocas de composición intermedia a félsica así también

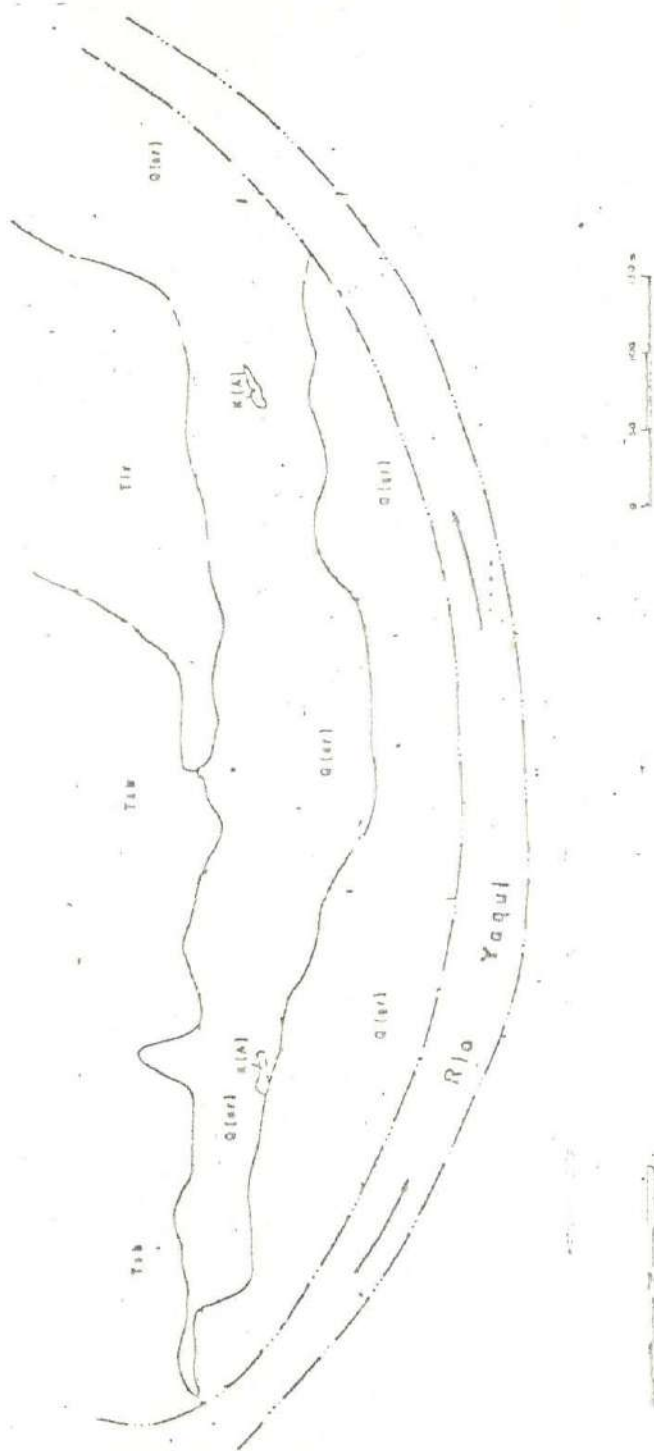


FIG. (30) Plano Geológico del Cañón del Catorce.

EXPLICACION:

Q (ar)	Arena del Cuaternario
Q (gr)	Grava del Cuaternario
Tsb	Formación Baucarit
Tir.	Tobas Riolfíticas
K (A)	Andesitas

como material silíceo (cuarzo, calcedonia, etc), en forma de rodados y fragmentos redondeados de material ferroso.

La clasificación de material clástico es moderado, pero con diámetro de clastos mayores de las del Villoro.

Arenas.- También se ha considerado como unidad diferente debido a la gran extensión que ocupa, y espesor máximo aproximado de 2 m., teniendo un promedio aproximado de 0.5 m.

Es notable el cambio de grava a arena, por un fuerte cambio de pendiente existente entre estas dos.

La presencia de esta gran cantidad de arena probablemente se deba a depositaciones en épocas de inundación.

Considerando la clasificación de pisos de la figura 5 tenemos que en este caso existe un piso ondulado, ya que en su mayoría es piso volcánico cuya característica principal es su superficie sumamente irregular.

En esta parte tenemos al nivel freático a poca profundidad, aproximadamente 3.5 m., en promedio y en base a esto lo podemos clasificar como placer húmedo.

Así mismo se puede clasificar como placer no persistente (ver figs. 19 y 21).

Las mayores concentraciones de arena negra las tenemos en las partes donde el río choca con la superficie de una forma más directa y fuerte, en este caso será en la parte norte de la playa.

En general, la concentración promedio de minerales pesados en toda la playa es mayor que en la terraza, por las causas que se ilustran en la figura 12, al haber un cambio de dirección de flujo del río y alta velocidad en éste.

3.3.- CANALES RELLENOS.-

Por último tenemos a un canal relleno como estructura geomorfológica favorable para la concentración de minerales pesados.

Los canales rellenos se encuentran más cercanos al río o arroyo transportador de material detrítico como se ilustra en la figura 31.

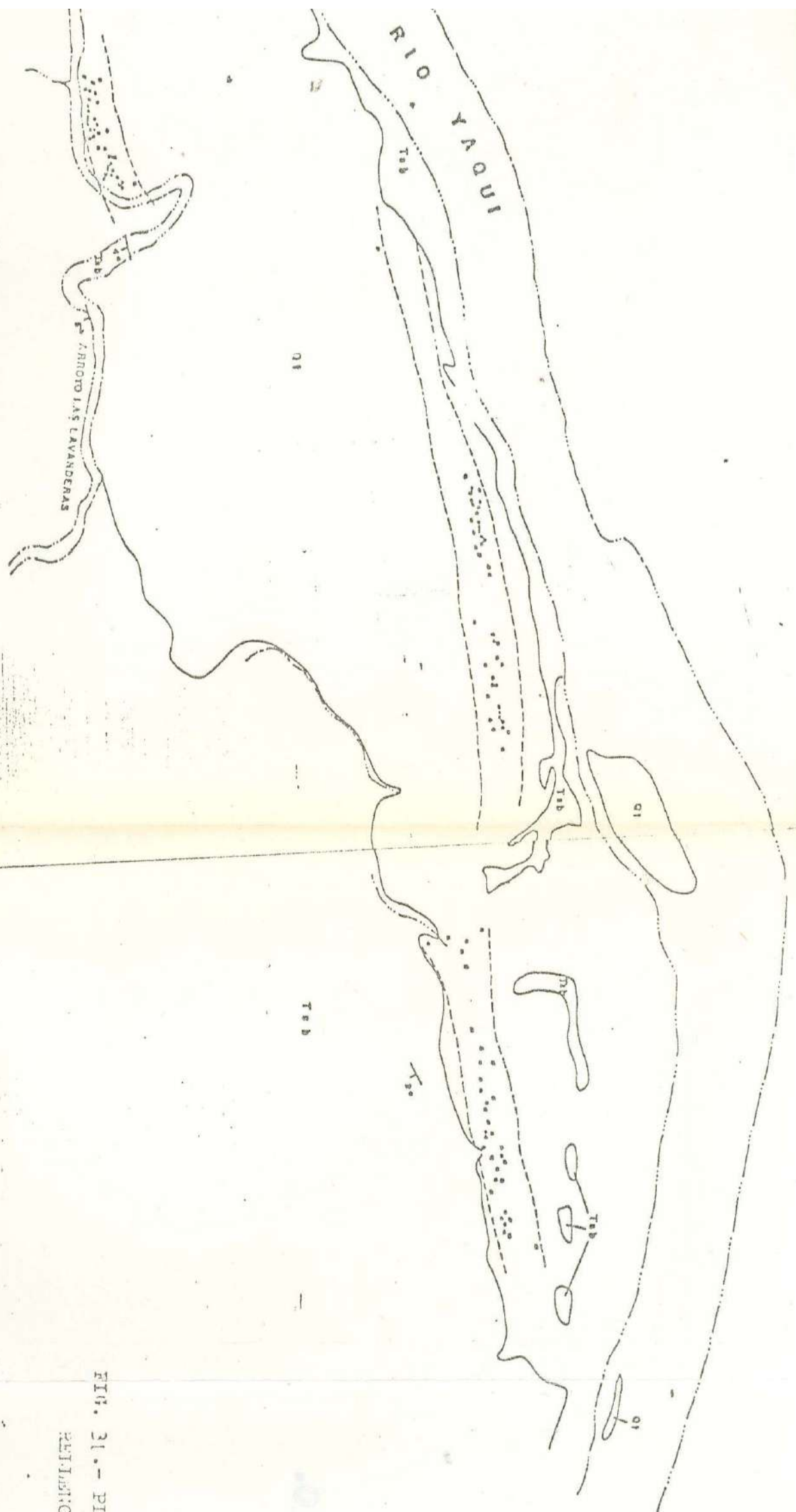


FIG. 21.-PL
RETIEN

En cuanto a su composición es similar al piso que tenemos en el Villoro y el cajón del Catorce, ya que se trata del mismo tipo de roca. Si clasificamos al piso de acuerdo a la figura 5, tenemos que se trata de un piso de tipo liso, pero hay que considerar que se trata de un canal relleno, lo que significa la existencia de una trampa gigante.

Gravas.- Se encuentran al igual que en los casos anteriores; fragmentos de roca de composición félsica a intermedia y rodeados de material silíceo así también como óxidos de fierro.

El material clástico de acuerdo a sus fragmentos se puede clasificar como moderado. El tamaño de los cantos es más o menos uniformes variando sus diámetros de menor de 1 cm., a 30 ó 40 cm., éstos últimos son escasos y casi siempre se encuentran llegando al piso.

Otra observación que podemos hacer en cuanto al área en general es que forma un placer seco.

Las mayores concentraciones de mineral pesado (incluyendo al oro) se encuentran ubicados en el Canal. Es de notarse también que a medida que nos alejamos del río con rumbo SE pero sin llegar a donde aflora el piso, toma forma de una pequeña terraza, pero con escasos valores, y muy poco antes de llegar a donde aflora el piso, existe un arroyo que cuenta con valores de oro muy favorables, dando la impresión de la existencia de un nuevo canal.

El depósito en si lo podemos clasificar como persistente en el área del canal y no persistente en la terraza. (ver figuras 19, 20 y 21).

V.- PROSPECCION DE DEPOSITOS DE ORO DE PLACER.

Para la prospección de un depósito de placer es recomendable seguir un método para hacer un trabajo más exacto y facilitar la elaboración de éste, por esta razón se ha tomado como ejemplo a seguir la secuencia que se ilustra en la figura 32.

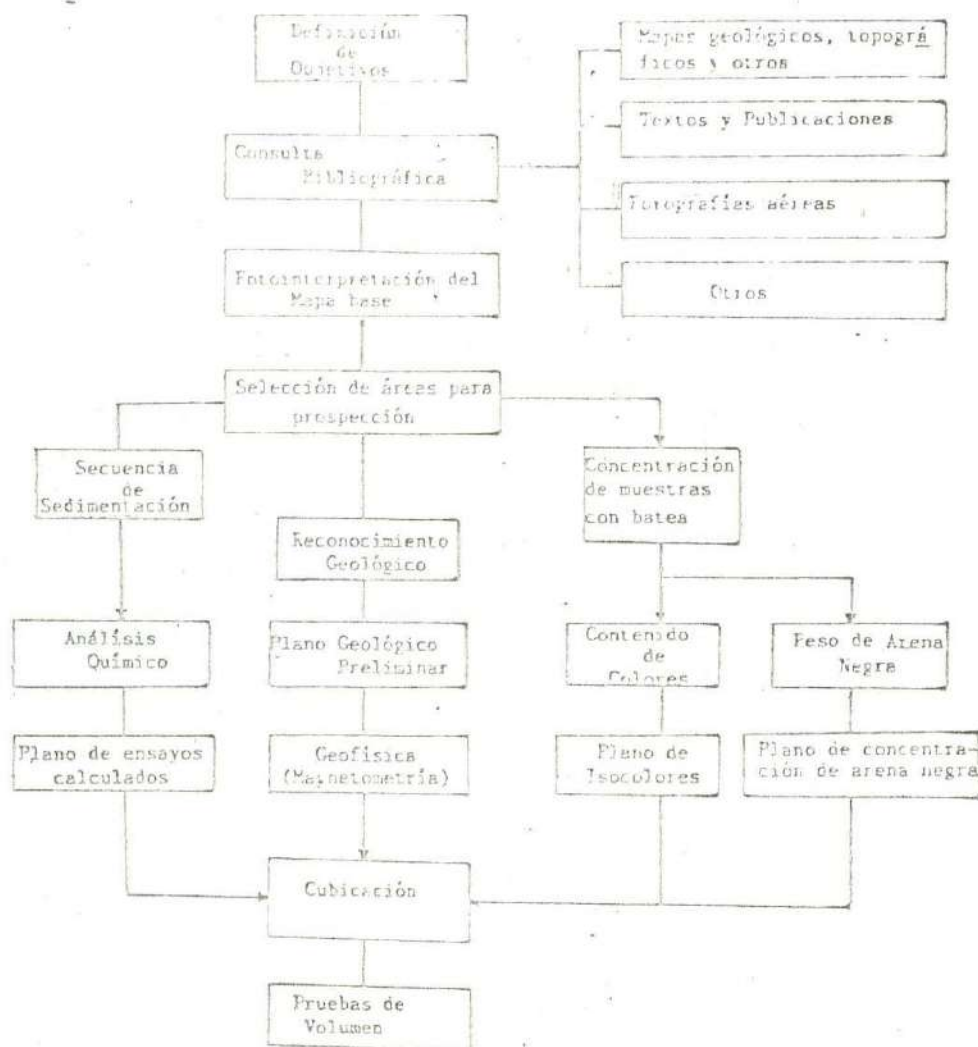


FIG. (32)

Secuencia a seguir en una prospección de oro de Placer*

*Tomado en parte de: Da Silva Alberto Rogerico, Perfil Analítico do ouro y modificado por L.A.E.R.

- Definición de Objetivos.- En este caso se trata de hacer el estudio de un depósito de placer, es decir, determinar el potencial existente de material que contenga oro de placer, así como su ley promedio; Esto es con el fin de ver si es posible la extracción de oro utilizando maquinaria pesada, efectuando una inversión que reditue ganancias.

- Consulta Bibliográfica.- Dentro de este aspecto consideraremos los siguientes puntos:

a).- Mapas geológicos, topográficos y otros; con la ayuda de estos mapas podemos localizar lugares favorables para la depositación de gravas y arenas, tomando como referencia la presencia de ríos, direcciones de arroyos, etc., y también en una forma más detallada se puede inferir el lugar de origen de las rocas que se sedimentaron siguiendo la dirección de arroyos y parte-aguas. En nuestro caso usamos la hoja topográfica La Dura H12D75 escala 1:50000.

b).- Textos y Publicaciones.- Son muy importantes por la gran información obtenida de ellos, por ejemplo para saber generalidades sobre este tipo de depósito, países que explotan estos depósitos, producción, leyes con que trabajan, variación de precios, sistemas de minado, métodos de explotación, problemas que presentan, etc.

c).- Fotografías Aereas.- Con éstas se pueden localizar lugares previos, para posteriormente ser visitados; la ventaja que presenta sobre los planos topográficos, es que las fotografías son más objetivas, ya que tenemos una visión real y no imaginaria como la que presentan las curvas del nivel de un plano topográfico.

Además con la fotografía estamos viendo una gran cantidad de trabajos antiguos hechos por gambusinos, conocido como labores, que hasta cierto punto nos han servido de guía para empezar a trabajar en dicho lugar (caso ocurrido en El Garambullo).

- Fotointerpretación del Mapa base.- En este trabajo se construyó un mosaico fotográfico con fotografías aéreas del área escala 1:25000 aproximadamente; con este mosaico se tiene una visión general del área de trabajo y se han podido identificar varias zonas favorables como son: Playas de río, partes internas de meandros y un abanico aluvial, también se pueden observar una gran cantidad de trabajos antiguos.

- Selección de Areas para Prospección.- Con ayuda de fotografías aéreas y planos topográficos, se localizaron los lugares que se muestran en la figura 27, de los cuales hemos trabajado en El Villoro, Cajón del Catorce y El Garambullo.

- Reconocimiento Geológico.- Si ya contamos con una área específica, ahora hay que visitarla para ver si cumple con los requisitos deseados, esto es, comprobar la existencia de gravas, su extensión, espesor, tipo de piso, presencia de arroyos, etc.

Al mismo tiempo se puede ir haciendo un muestreo muy generalizado para comprobar la existencia de arena negra y oro, esto (la existencia de arena negra) no aportará evidencias que ameriten la realización de un trabajo más detallado y la utilización de métodos geofísicos (magnetometría).

- Mapa Geológico Preliminar.- Después de que tenemos ya localizada el área y comprobada la existencia de una arena negra y oro, hay que hacer un plano del área, éste se hizo de la siguiente manera: Se trazó una línea base con brújula Brunton y cinta que atravieze a toda el área, colocandose estacas cada 25 metros para servir como puntos de partida para líneas que se trazan perpendiculares a la línea base y paralelas entre si; Al mismo tiempo que se traza la línea base se tiene un dato de la medida del terreno, ya sea a lo largo o lo ancho.

Después se trazan las líneas perpendiculares a la línea base, y estos tendran una longitud igual a la extensión del terreno con grava y arena, hasta abarcar la totalidad del área, después se pueden trazar líneas auxiliares para delimitar completamente al terreno estudiado.

- Concentración de Muestras Con Batea.- Todas las muestras tomadas, primero son concentradas con batea, el método utilizado es el siguiente: Primeramente se toman 100 Kg., aproximadamente de material compuesto de grava y arena y después se pasan a la máquina mecedora, para obtener una muestra de pura grava y arena, para después ser lavada en la batea; Cuando se lava con la batea queda como resultado solamente arena negra y oro.

Como resultado del lavado de la muestra tenemos una concentración de arena, de la cual, se anotan el número de colores para llevar un control que después será utilizado, también se obtiene una muestra de colas o desecho de la máquina lavadora.

Las muestras se toman de una cuadrícula cuyos puntos se encuentran separados 50 m., entre sí; Dicha cuadrícula se trazó a la hora de hacer el mapa geológico preliminar, esto es en cuanto al muestreo superficial, posteriormente se hará un muestreo de pozos, siguiendo los mismos pasos.

Las características de la batea y la mecedora, así como el uso de éstas se dará a conocer en el siguiente capítulo.

- Contenido de Colores.- Después de que es concentrada la arena negra en la batea, se anotan el número de colores visibles, así como el peso de gravas, el conteo se hace de la siguiente manera: Se toman como unidad los colores menores de 1 mm y los colores que miden 1mm a 2 como 10 unidades, los de 2 mm., a 3 mm., como 20 unidades, y así sucesivamente, esto es por que no tiene el mismo valor un color que mida 0.01 m., al que mida 2 mm., por ejemplo.

Por tal razón se creó esta equivalencia, utilizada para hacer un mapa de isocolores, y para colocar éste valor junto con la ley calculada en perfiles de pozos, por que también es útil como parámetro el número de colores por muestras de 100 Kg., como el contenido en gramos de oro por tonelada.

Las líneas perpendiculares a la base también van marcadas con estacas cada 25 n., cada estaca está marcada su coordenada con respecto a un punto de partida, y las líneas están separadas 50 m., entre sí.

Este trabajo se hace con varios propósitos, que son: Tener un plano del área, una cuadrícula para muestreo, líneas geofísicas y secciones topográficas del área que posteriormente serán usadas.

Nota:- Todo este trabajo se realizó con brújula Brunton y cinta métrica lo cual explicaría la existencia de errores de precisión al llevarse a cabo dichas mediciones, Se recomendaría que cuando menos la línea base se trazara con tránsito y estadal para mejorar la precisión en medidas, o la colocación de puntos de apoyo para mejorar este trabajo.

- Geofísica.- El método aplicado es la magnetometría, que consiste en medir la intensidad de las anomalías en las arenas negras que se encuentran formando parte de los depósitos de gravas.

El mayor beneficio de esta técnica, es que puede precisar lugares o puntos claves para la explotación reduciendo de este modo el costo de exploración para cualquier área.

La aplicación de esta técnica para el desarrollo de un trabajo en una determinada área, depende de tres factores:

- 1.- Que la cantidad de magnetita contenida en grava sea considerable.
- 2.- La profundidad o espesor del depósito de grava.
- 3.- La naturaleza de la capa del piso.

Es común encontrar depósitos de grava con altas concentraciones de magnetita, y sin valores de oro, o cualquier cantidad, pero el oro raramente ocurre sin asociarse a la magnetita de la arena negra, aunque la concentración de magnetita varíe considerablemente.

En esta observación, es importante tener dos cosas en mente:

- 1.- Cuando se está trabajando en una área poco conocida siempre debemos chequear el contenido de magnetita en el depósito de grava con una batea, o si es posible por líneas de sección conociendo el cuerpo de grava.

2.- El objeto del método geomagnético es probar la medida de concentración de magnetita, pero una anomalía magnética, no necesariamente indica un depósito de mena. Solamente un programa de muestreo conveniente y completo puede establecer el grado de un depósito de placer. (más adelante se explicará este método).

Anteriormente se menciona que el piso era un factor para la aplicación de la magnetometría. Esto es por lo siguiente:

Cuando es de origen metasedimentario con pocas intrusiones ígneas está provisto de un bajo background poco susceptible al magnetismo y nos marcará las señales de las gravas. Este tipo de piso es el mejor para aplicar este método.

El peor tipo de piso es el formado por un complejo volcánico, debido a la alta intensidad magnética de rocas de composición andesítica, basáltica o rocas de tipo ultramáfica.

Para la selección del espaciamiento entre líneas y el intervalo de estación debe tomar en consideración el tamaño del depósito. Cuando se tiene una extensión considerable y el mineral tiende a ocurrir en barrancos o en forma de "vainas", el espaciamiento entre línea no debe ser muy ancho.

Las líneas deben estar espaciadas cada 50 m y las lecturas se deben tomar cada 5 m. Por esta razón el plano geológico preliminar se hace considerando estas especificaciones.

Cuando en la localidad o área se localizan canales antiguos es aconsejable hacer líneas que corran perpendiculares al curso del canal en caso de que este sea conocido.

Para el levantamiento de datos se necesitan dos personas; para que el funcionamiento de este método sea el mejor, se recomienda que una persona cargue con el aparato y otra persona sea la encargada de tomar nota.

Para localizar cada estación y efectuar lecturas se puede hacer contando pasos. El operador puede ir cartografiando otros aspectos sobresalientes al mismo tiempo, con una gran precisión, porque su posición en el terreno es conocida dentro de un radio

de pocos metros.

De esta manera, dos hombres pueden cargar y explorar o revisar cualquier lugar de 500 a 700m. en línea diarios, dependiendo del terreno. Un buen promedio sería de 1800 a 2000m. en línea por día, en desiertos o terrenos abiertos.

El origen mas importante de error es la variación diurna creada por la actividad solar.

Se coloca dentro del depósito una central o estación base, se toman lecturas que deben ser tomadas en el mismo lugar y con un intervalo de tiempo de 1 minuto, y todos los datos son corregidos con estas variaciones.

Al final del día los datos son corregidos con los de la estación base, por la variación diurna.

Cuando se lleva a cabo una tormenta solar, el trabajo se debe abandonar y continuar después de que ésta pase.

En caso de un reconocimiento inicial en una área nueva, es esencial graficarla de inmediato porque un técnico experimentado puede determinar si el terreno es favorable para la exploración. Las anomalías que se presentan dentro de un rango de 50-300 gammas, son aceptables dentro de los límites de tolerancia del aparato.

- Peso de Arena Negra.- Después de que se concentra la arena negra en la batea, se pone a secar para posteriormente ser pesada, éste valor se utilizará para hacer un plano de concentración de arena negra, para los cálculos de leyes en gramos por tonelada de la muestra.
- Plano de Isocolores.- Se utiliza el plano geológico preliminar construido anteriormente, y sobre una cuadrícula utilizada para el levantamiento de muestras superficiales se van anotando los colores encontrados en cada muestra; Después de que ya se cuenta con todos los valores, se trazan líneas que pasan por puntos de igual valor, por ejemplo una línea para el valor de 10 colores, otra para 20 colores etc.

La utilidad de estos planos es el de limitar áreas considerando valores de números de colores y así tener el conocimiento de comportamiento de la distribución de oro, buscar un patron en la distribución de valores, por ejemplo si forman canales, lentes, etc; Todos estos valores son superficiales, ya que la muestra se toma a una profundidad de 0.5 m.. El comportamiento de estos valores no es el mismo a mayor profundidad, pero son útiles para formarnos una idea de como se encuentran distribuido el oro.

Para delimitar estas zonas, es recomendable colorear el plano utilizando un color para un rango de valores, por ejemplo: Un color para valores que van de 0-20, otro para 20-40, otro para mayores de 40, dependiendo del rango de valores que tengamos.

- Plano de Concentración de Arena Negra.- Se hace de una forma similar al plano de isocolores, sólo que los valores aquí utilizados son gramos de arena negra.

La utilidad de estos planos es que de esta forma se pueden notar ciertas relaciones que guardan estos valores al ser delimitados en zonas.

Se ha notado que guardan una relación entre el contenido de arena negra y el numero de colores, es decir, entre mayor sea el peso de arena negra mayor es el numero de colores contenidos en la muestra. Hay que hacer la aclaración de que esta relación no siempre se cumple, porque como se explica en el punto referente a geofisica, el hecho de que exista una gran cantidad de arena negra no implica necesariamente la existencia de una gran cantidad de colores, pero si es seguro que el oro acompañe a la arena negra.

- Secuencia de Sedimentación.- Consiste en determinar el orden de depositación de las diferentes capas de sedimentos que se encuentran en una área determinada, esto se hace por medio del mapeo de pozos que se encuentran localizados dentro de la retícula que con anticipación se trazó.

Para mapear los pozos se consideran horizontes de grava, arena y combinación de ambos, así también como el diferente tamaño de la grava; De esto se hace un perfil con espesores en metros de las

diferentes capas y profundidad total y se hace una correlación entre pozos que se encuentran espaciados a 100 m., sobre las líneas anteriormente trazadas.

Las secciones donde van los pozos se hacen con una exageración vertical para hacer notar el relieve; En la figura 28, podemos ver una sección ya terminada y con información de valores del muestreo.

Estas secciones a su vez se utilizan para fines posteriores como el cálculo de reservas.

- Análisis Químico .- Después de que las muestras son procesadas, y obtenido de ellas los datos antes mencionados (peso de arena negra y número de colores), las muestras son enviadas al laboratorio de análisis químicos para ser ensayados y obtener de éstas un valor en gramos/toneladas de los concentrados de arena negra y de muestras de colas.

Los ensayos de concentración se hacen a fuego y los de colas por absorción atómica. El valor aquí obtenido será utilizado para el cálculo total de la muestra.

- Plano de ensayos Calculados.- Después de que tenemos los valores procedentes de muestras procesadas en laboratorio de análisis químicos se procede a calcular la ley de la muestra y se hace de la siguiente manera y se debe de contar con los siguientes datos:

Peso de muestra inicial en gramos (valor obtenido al levantar muestras).

Peso de arena negra en gramos (se obtiene al pesar la muestra seca).

Peso de colas en gramos (se calcula).

Ensayo de colas y arena negra (se obtiene del laboratorio)

Para obtener el peso de la colas, se suma el contenido de gravas, más el peso de arena negra, esta suma se resta del peso de la muestra inicial y así se obtiene el peso de las colas.

Por ejemplo si tenemos los siguientes valores:

Muestra inicial = 100 000 gr.
Arena negra = 125 gr.
Peso de grava = 60 000 gr.
Ensaye de arena negra = 133.0 gr/ton. Au
Ensaye de colas = 0.06 gr/ton. Au

A continuación hay que calcular el peso de colas que es igual a:
Muestra inicial (peso de grava + peso de arena negra), y tenemos lo siguiente

Peso de colas = $\frac{100\ 000}{60\ 000 + 125}$
= 39 875 gr.

A continuación se calcula el porcentaje de arenas negras y peso de colas en base el valor de la muestra inicial:

% de arena negra = 0.125
% de colas = 39.875

Se multiplican los porcentajes por los valores obtenidos en laboratorio, se suman y el resultado se divide entre 100 obteniéndose el valor del ensaye calculado de la muestra en gramos/toneladas de oro:

$$\begin{array}{rcl} 133.0 \text{ gr/ton Au} & \times & 0.125 = 16.625 \\ 0.06 \text{ gr/ton Au} & \times & 39.875 = 2.3925 \\ \hline & & 19.0175 \end{array}$$

$$\text{Ley} = \frac{19.0175}{100} = 0.19017 \text{ gr/ton Au}$$

Ya que se tiene el ensaye calculado de cada muestra superficial se hace un plano de ensayos calculados similar al que se hizo con colores y concentraciones de arena negra.

La utilidad de estos planos es ver la relación que guardan ambos valores y ver la distribución de valores que se encuentran en superficie.

- Cálculo de reservas.- Para hacer el cálculo de reservas, contamos con los pozos hechos en las capas de material sedimentado y las muestras tomadas de dichos pozos.

Las muestras se toman en cada metro de profundidad y siguen un tratamiento igual a las muestras superficiales, es decir, se toma en cuenta el número de colores, el peso de arenas negras, y se calcula la ley, como se explicó en la parte anterior.

Después de que tenemos el pozo terminado, su perfil se pasa a la sección que se hizo para la secuencia de sedimentación, se anotan los valores del ensaye calculado en cada muestra tomada y después se saca la ley promedio por pozo.

Cada pozo se encuentra en una separación de 100 metros; Así tenemos pues, una sección con sus pozos terminados y con su ley promedio, a continuación se calcula el volumen del cuerpo, y por su densidad obtendremos el tonelaje y una ley promedio.

A su vez, aprovechando que tenemos la sección con los valores se puede delimitar un cuerpo minable dependiendo de los resultados obtenidos como se observa en la figura 20.

Como anteriormente se mencionó en la figura 30, se tiene una sección con las diferentes capas de sedimentos y con valores obtenidos en ley y colores de oro.

- Pruebas de Volumen.- Es una manera de comprobar las reservas que anteriormente han sido calculadas.

Todos los valores que hemos obtenido se han hecho en base a muestras de 100 Kg., de sedimentos; Las pruebas de valores consisten en obtener valores ya separados, pero en cantidades grandes de gravas, por ejemplo: 10, 100 ó 1000 toneladas de grava, por decir algo.

Así tenemos una ley promedio de 0.08 gr/ton y lavamos 10 toneladas de material, esperaríamos un resultado de 0.8 gr., de oro o un valor cercano, esto sería lo que queremos probar.

A continuación en el siguiente capítulo, se verá algo referente a maquinaria para explotación de oro de placer, y se describe los aparatos que utilizamos para realizar el muestreo y los que se pueden utilizar para las pruebas de volumen.

VI.- EQUIPO UTILIZADO EN EL MINADO DE UN DEPOSITO DE ORO DE PLACER.

METODOS DE MINADO DE PLACER.

1.- Minado a pequeña escala.

1.1.- Batea.

La batea se usa para la prospección de oro, lavado de concentrados de oro, y en trabajo manual en depósito muy ricos. El diámetro de las bateas varia de 15 a 18 y su altura de 7" a 2", los lados tienen un pendiente aproximada de 30° y su peso de 1 Kg., aproximadamente.

En cuanto al material de construcción, son de lámina de acero con el borde bolteado y el dorso cubierto con alambre pesado para endurecerlo; también pueden ser de cobre totalmente o solo con fondo de cobre en este caso se utilizan para amalgamar, y por último tenemos las bateas de madera, este tipo de bateas en algunos casos son preferidas porque concentran mejor el oro fino que las bateas de metal.

El uso de la batea es muy comun en México, Centro y Sudamérica y Asia.

Un trozo de madera con una supresión con cara poco profunda, puede ser un sustituto de la batea.

Cuando se cuenta con la suficiente práctica se puede lavar asta 0.5 m3 de material en 10 hrs.

El objeto del uso de batea es concentrar, mediante el lavado, los minerales más pesados de los ligeros; se hace más eficiente cuando el material está lo mejor clasificado posible en cuanto al tamaño.

Se llena aproximadamente 3/4 partes con grava y arena, que será lavada, entonces se sumerge en el agua, primero la grava grande se separa con la mano, y la arcilla flota, después el operador levanta la batea a la orilla del agua inclinandola ligeramente hacia el con un movimiento circular combinandolo con ligeras sacudidas, agitandolo para que el lodo y la arena floten y se retiren, esto se continua hasta que los minerales pesados se

sedimentan; como el oro, el platino.

peso específico.

Estos concentrados y otros minerales son guardados hasta acumular una gran cantidad de material de donde el oro será separado después.

Puede ser recogido a mano, amalgamado con mercurio en bateas de cobre y en algunos casos, cuando la separación es muy difícil y la cantidad justifica la concentración se puede hacer por fundición.

1.2.- Mecedoras.

La mecadora es una máquina que guarda el oro de arenas y gravas por concentración, las mecadoras varían grandemente en clasificación, forma y en general en construcción, esto depende de las ideas de los constructores y de su experiencia.

El diseño también cambia por la diferencia de materiales aprovechables y por la variación de las partículas de oro.

Las mecadoras varían en longitud de 24" a 60" o más y un ancho de 12" a 24" y de alto de 6" a 24", algunas tienen cubierta simple y otras 2 cubiertas, y cribas con hoyos de 1/2" a 1" de diámetro.

De todos los métodos húmedos para la concentración de oro, la mecadora es uno de los más económicos en cuanto al agua utilizada para el lavado de material.

El rango de operación es de 2 operadores con una capacidad de 3 a 5 M3 en 10 horas, usando de 500 a 2500 litros de agua.

Operación.-

Lo primero que se debe hacer es seleccionar el material que se va a lavar y ahí instalar la mecadora cerca a una fuente de agua, posteriormetne hay que fijar la base de la máquina y darle una pendiente apropiada, la pendiente se escoge de acuerdo al terreno o tierra que se va a trabajar.

Donde el lodo es grueso y no existe arcilla la parte trasera debe estar 2" a 4" más alto que la parte delantera, en caso de que el oro sea fino, o presente arcilla, o en ambos casos, la pendiente solo debe ser de 1" de desnivel.

Cuando el terreno es duro o escoso, es muy difícil de recuperar; Después de que la mecedora se coloca en su posición de caja con el cedazo, se llena de grava y será lavada derramando agua sobre este material. La grava más grande queda limpia y no pasa por la criba, solo pasará el material fino y arcilloso; posteriormente la máquina se mueve fuertemente durante varios minutos agregándole agua continuamente, pasando el material de la criba hacia los rifles, la operación se repite tantas veces como sea necesario. La cubierta o caja con criba debe ser lavada varias veces ya que el oro grueso se puede quedar aquí. Los concentrados serán limpiados separadamente, esto puede ser en una batea. Los rifles son limpiados siempre que sea necesario pero no tan frecuentemente como la cubierta, cuando la manta es usada debe ser lavada cuidadosamente con agua; aquí es donde se concentra la mayor cantidad de oro fino. Los concentrados son lavados mejor en una batea. Es importante usar la cantidad apropiada de agua, porque el uso de mucha agua acarreará muy fuerte y tirará oro, si se usa poca agua se formará lodo y no todo el oro fino será concentrado.

1.3.- Caja Húmeda o canal corto.

Esta es una modificación de la caja acanalada y puede usarse donde el agua está escasa y donde no es suficiente para un canal ordinario. Se puede trabajar con tanta tierra en un día como con una mecedora de caja húmeda, es solamente un canal corto con la parte interior 1" x 12" de madera la cual se acuña a los dedos, de 3/4 a 1" por 6" de material y la parte baja termina en una pieza de 1" ó 1.5" de alto.

Para recoger el oro, el fondo de la caja puede estar cubierta por arpillera, manta o alfombra. Sobre ésta comenzando 1 pie abajo del dorso donde termina la caja, se pone una malla de alambre pesado de 1/4" (hecho de alambre # 13 ó 14) de 1 pie de ancho por 3 de largo.

La apiladora y la criba pasan los
travesaños a los lados de lo largo de la caja.

La caja húmeda puede tener de 6 a 8 pies de longitud, tiene un grado de inclinación y con pequeños viaductos, lo más cerca de la parte alta, formando casi una cintura.

La caja húmeda se usa volteando la grava o arena en un pequeño balde o cubeta dentro de la caja, y al mismo tiempo derramando agua con un cucharón, balde o manguera.

Los rifles están en la parte baja de la caja atrapando el oro que pasa por la criba.

El agua no debe ser derramada violentamente en la caja, las rocas mas grandes deben ser arrojadas fuera con la mano, a no ser que la caja este adaptada con un embudo o criba para ese fin.

1.4.- Caja Flanera.

Cuando el material es muy lodoso o arcilloso, para ser pasado por un canal primeramente puede ponerse la caja flanera. este puede tener 3 pies de ancho por 6 de largo o cualquiera otras dimensiones convenientes, con lados de 6" u 8" y sin rifles.

El material arcilloso puede ser disuelto dentro de esta caja, y removido con un azadón o un arcillo, antes de pasar al canal principal.

1.5.- Canoa.

La canoa es un canalón inclinado usado para la concentración de tierra y gravas auríferas su capacidad es similar a la mecedora, pero necesita mayor cantidad de agua para llevar a cabo la operación, porque el agua es el agente acarreador del material, la canoa generalmente es de construcción tosca y se compone de dos secciones, el canal y la caja de rifles.

La inclinación generalmente es de 1" por c/pie de longitud, pero es variado en condiciones justificadas.

El canal es generalmente de 12 pies de longitud y de 15" a 24" de ancho en la parte delantera y en la salida de 24" a 36" y los lados tienen 8" de apéndice.

grueso entre a la caja de rifles y la parte superior es un canalón formado por un tubo de fierro, por donde entra el agua; la caja de rifles, generalmente es más corta que la del canal y ligeramente más ancha, comienza en forma de criba algunas veces con una pendiente mayor.

La caja de rifles se encuentra forrada de manta como la mecedora y es de madera, la capacidad es de 4 a 6 yardas por 10 horas con 2 ó 4 hombres trabajando.

Operación.

El material grueso trabajado se disgrega en la caja del canal y es lavado por el agua que entra por la parte superior, uno de los hombres trabajará con el material del canal sacando con un rastrillo la grava más gruesa, cuando es lavada, quitandola así de la criba para evitar la obstrucción, la limpieza es necesaria cuando se termina el día de trabajo.

Conducción.

La conducción es un método para trabajar grava aurífera en un canalón llamado caja conductora o cuneta y el método es llamado conducción por molición.

La caja conductora es un canalón con una pendiente muy pronunciada con la presencia de rifles en el fondo de ésta, para la retención del oro.

Las dimensiones varían grandemente y están gobernadas por la cantidad de material que va a ser lavado a través del canal, la pendiente varía de 15° a 18° en 12 pies de longitud, los rifles también varían.

Algunas veces hay varias maneras de colocar los rifles en un canal sencillo, alguno de los cuales son completamente elaborados y se requiere un trabajo considerable para su colocación.

En la mecedora y en la canoa todo el material grueso es removido, pero en la caja conductora es permitido que pase, o algunos casos es colocada una parrilla en la parte superior del canal para coger el material más grueso, permitiendo que mucha grava pesada entre al canal, facilita su limpieza y a la vez hace

material mecánicamente retenido.

En la conducción, mucha de la labor manual que se hace en los métodos anteriores, es eliminada, ya que el agua hace todo el acarreo del material.

En algunos casos el minado se hace hidráulicamente, o con agua de arroyos que permite caer sobre un banco y de esta forma lava el material del canal.

Para la conducción se requiere de más agua que en los métodos anteriores, la cantidad depende del material lavado, y varía de 20 a 80 pies cúbicos de agua para mover un pie cúbico de grava. La grava gruesa requiere más agua que la grava fina, pero cuando el grado decrece la cantidad de agua disminuye; la capacidad de la caja de conducción está gobernada por el grado de inclinación y la cantidad de agua, así como por sus dimensiones.

1.6.- Rifles.

Son los obstáculos colocados a lo largo del fondo de un canal, los cuales forman trampas para detener el oro por la concentración del material pesado.

Se han visto numerosas formas de rifles con innumerables modificaciones como son:

- a) Rifles comunes o en forma de tablilla, pueden ser de madera o de fierro, y se extienden a lo ancho de la caja del canal. La abrasión es tan grande en los rifles de madera que requiere reemplazarlos por otros tipos de rifles, preferentemente en operaciones a gran escala.
- b) Rifles de estacas, son usados frecuentemente y tienen dimensiones de 2" a 4", se colocan atravezados a lo largo de la caja, éste tipo es usado con material grueso y son eficientes tanto en la concentración de oro fino como en la concentración de oro grueso.
- c) Rifles de roca, son cantos rodados colocados en el piso del canal.

tiene un movimiento similar al usado en una batea, impartido por un excéntrico que hace 240 oscilaciones completas por minuto. La fuerza del excéntrico y la bomba que suelte agua es abastecido por un motor de gasolina de 3 HP.

La grava es colocada en una tolva de 2 1/2 pies sobre la base de la maquinaria y pasa sobre una criba superior suministrándole agua en forma de spray.

La criba superior tiene orificios de 1/4" de diámetro.

El material de 1/4" pasa a través de la criba hacia una más fina, hasta llegar a 3 bateas concentradoras. La última batea es de cobre y se usa para amalgamar el oro con mercurio. Las bateas están provistas de una rejilla cubierta de caucho con una criba de alambre pesado como malla de 1" que actúa como rifles.

La manufactura de la máquina es muy eficiente para la recuperación de oro fino y grueso.

La capacidad de una máquina sencilla es de 1 a 1 1/2 yardas cúbicas por hora.

2.2.- Denver Tromel.- Jig Unit. Consta de un tromel, un jig, un motor de gasolina y una bomba.

Con el tromel se efectúa el lavado de la grava, contando además con una espina elevadora para desintegrar arenillas y gravas cementadas.

El tromel es una especie de criba en forma cilíndrica que para lavar la grava se alimenta de agua por medio de una bomba, efectuando movimiento giratorio para la separación del material grueso. La capacidad del tromel varía de 2 a 6 yardas cúbicas por hora.

Los jigs son de 8" x 12" ó 12" x 18" y el motor de 3HP a 4HP.

Toda la maquinaria se encuentra montada en estructuras de acero con una unidad separada de amalgamación para aprovechar el oro concentrado por el jig.

2.3.- G.B. Portable Placer Machine.- Consta de un embudo y una criba revolvedora (tromel) combinada con una lavadora, y rifles de caucho que se mueven a 200 vibraciones por minuto.

Contiene un tanque para la recirculación de agua, por el cual los galones de agua por yarda cúbica de grava son descargados con las colas y esta cantidad de agua debe ser reabastecida. La capacidad de grava ordinaria que contiene pequeña cantidad de arcilla y no está cementada es aproximadamente de 2 yardas cúbicas por hora. La fuerza es abastecida por un motor de gasolina de 1 1/2 HP, el cual mueve el tromel-lavadora, bomba y rifles.

3.- Minado a gran escala utilizando dragas.

Las dragas forman parte de la maquinaria pesada para la explotación de oro de placer, aunque su funcionamiento es similar a la pequeña maquinaria antes mencionada pero a gran escala un factor para clasificarlos sería en base a el método de excavado que utilizan, y así tenemos los tipos de dragas que son: Draga de cable de arrastre, Draga con cucharones o en cadena y la Draga Becker-HopKins cucharón sencillo.

3.1.- Draga de cable de arrastre.- Este es un equipo de minado de placer compuesto por dos unidades separadas y distintas.

La excavación se hace por la draga de excavado la cuál recorre el camino por un terreno propio.

El cucharón para excavar tiene una capacidad de 1 a 3 yardas cúbicas y está suspendida con un cable de acero por una estructura de acero de 50 pies de largo.

El lavado de la grava se efectúa en la segunda unidad que es una barcaza que flota en un estanque, para el lavado, la grava cuenta con una criba lavadora (tromel) y mesas con rifles similar en las unidades en dragas de cucharones en cadena.

El cable de arrastre de corte, actúa siempre en el borde del estanque.

La descarga del desecho se hace por medio de una banda transmisora y un canal de arena.

El tipo más antiguo de dragas en los cuales el excavado se hace por medio de un excavador de cucharón, en la que contiene una cadena con cubos pesados, cada uno de los cuales está conectado al siguiente por un perno y se llama draga de cadena,

La cadena es una estructura pesada de acero que opera en cubos.

Desventajas de la Draga de Cable de Arrastre.

- 1.- La profundidad usada de trabajo es de 20 pies.
- 2.- No pueden excavar donde la grava está dura y compactada o practicamente cementada, caso contrario a las dragas de cadena.
- 3.- El piso debe ser blando.

Cuando las condiciones de profundidad son favorables, fácil de excavar, y un piso blando las dragas de cable de arrastre son útiles en depositos pequeños, mejor que las dragas de cadena, por las siguientes razones:

- 1.- Menor capital necesario para la excavación y la planta de lavado.
- 2.- Las dragas de cable de arrastre son más pequeñas y flotan en estanques menos profundos, porque la maquinaria pesada de dragado no se encuentra en la barcaza.
- 3.- Cuando un depósito pequeño se ha dejado de trabajar el equipo puede ser movido rapidamente a otro depósito, debido a la facilidad de desmantelación y reconstrucción.

3.2.- Dragas de Cadena.- El principio de dragado es muy simple, consiste en cavar hasta llegar a una profundidad máxima, mientras que la cadena está a 45° con el nivel del agua el excavado se para hasta llegar al tope del banco, y la línea de cucharones se mueve hacia arriba.

El material después de que es excavado se coloca en la línea de cucharones y se lleva a la tolva principal donde es clasificado por una criba revolvedora, la cual descarga los desechos de tamaño más grande a un raspador para apilarlos.

Los finos (usualmente menores de 1/2") son descargados a una criba para después pasar a la mesa de rifles.

El oro libre está listo para amalgamarse con mercurio.

Con una draga bien construida el minado de oro de placer con amalgamación es posible, porque, los sueltos son menores que el costo del equipo.

Actualmente se han instalado jigs en varias dragas, usados como complementos del sistema o en conjunción con mesas de rifles. La mayoría de las dragas son operadas electrónicamente, con conductores de tipo submarino.

Las líneas de cucharones y otras unidades utilizan motores de corriente directa para regular el rango de velocidades.

Las dragas se mueven siempre en direcciones del río, en las playas de gravas y en antiguos canales, donde el material no es muy duro de excavar.

Las dragas deben excavar sobre el piso, porque aquí es donde se encuentra el material más rico, actualmente las dragas son construídas para cortar y cavar en pisos duros y en gravas cementadas.

3.3.- Draga-Becker-Hopkins de un sólo cucharón.- Es simplemente un cucharón excavador, cada draga contiene así mismo una unidad flotadora, designada particularmente para operación en terrenos poco profundos, en áreas limitadas o en canales angostos donde la operación de dragado con dragas de cadena es impracticable, o de otro tipo de equipo.

La unidad de corte de la draga Becker-Hopkins consiste de un cucharón construído en forma integral con un canal tipo pluma el cual conduce el material dragado del cucharón a la criba.

La operación de la draga para una operación fija en la superficie del terreno se hace anclandola por la proa y en líneas exteriores, el cucharón es inclinado verticalmente en la parte trasera del pozo, y se hace un corte horizontal con el cucharón y a través del material que se va a comenzar a dragar. La pluma telescópica se extiende a lo largo automáticamente permitiendo un corte horizontal, cuando el cucharón alcanza un punto debajo de la proa de la draga, un candado es soltado y el cucharón es elevado rápidamente a un punto donde el material dragado se resbala por el canal tipo pluma y es distribuido a la criba.

El control de la pendiente de la pluma, también previene pesadas interferencias sobre la criba, cada distribución viene asegurada por el movimiento de dragado, puede ser acelerado o retardado.

Cada corte sigue a otro corte previo, hasta que la profundidad deseada ha sido alcanzada.

La acción de corte horizontal es controlado haciendo posible que se limpie el piso continuamente.

La draga es movida a una nueva posición de cavado en el estanque y una nueva posición del ciclo de cavado comienza otra vez.

3.4.- Uso de los Jigs Aplicando el Dragado.

El jig es un aparato que efectúa una mejor recuperación de minerales pesados utilizando conjuntamente la vibración y el lavado.

Este es uno de los procesos más antiguos utilizados por el hombre para separar los minerales pesados de los ligeros.

En años recientes ha sido ampliamente aplicado para el tratamiento de dragas de placer. En todas las dragas en que se emplean rifles deberían instalarse jigs para obtener una mejor recuperación de oro.

La instalación de un jig es contemplado convenientemente para ser precedido por una adecuada prueba, la cual puede definir si los jigs son capaces de efectuar una recuperación y adición que se obtiene por los rifles.

Factores que Afectan la Instalación de Jigs y Recuperación por Jigs.

El número de jigs necesarios, la manera de la cual son instalados, y el método de tratamiento de concentrados primarios dependerá de un gran número de condiciones locales que varían de una operación a otra. Unas pocas de las importantes son; yardaje total excavado, proporción de la criba del tamaño menor al tamaño mayor, facilidad con la cual el material es desintegrado y lavado el cual a su vez determinará la dilución de alimentado a los jigs; la naturaleza del material a alimentar, la naturaleza del oro, es decir, si es grueso o fino, plano o granulado.

Aunque la capacidad mecánica de los jigs está establecida en el rango de 30 yardas cúbicas por hora, el efecto de algunos de los factores anteriores necesita una revisión radical.

Se necesita ser reducida para arena cuando se ocurre una dilución excesiva, o cuando se encuentra presente el oro fino a la vez que puede ser posible proporcionar a la capacidad de los jigs adaptar las condiciones que se obtiene cuando la draga excava grava rica sin embargo se sobrecargará cuando se excava el tope del terreno el cual tiene una gran proporción de arena.

La dilución excesiva de las cribas de tamaño menor, disminuyendo la velocidad del agua sobre los jigs que causará la pérdida del oro fino.

En nuestros días el uso de las dragas ha decrecido gradualmente, utilizándose otro tipo de maquinaria que consiste en combinaciones de cribas vibradoras, para disminuir el tamaño de gravas para llegar a tratamientos finos ya sea por medio de rifles o jigs.

Es de notarse el uso de los jigs, es de lo más adecuado por su gran eficiencia para la recuperación de oro fino, ventaja que lleva sobre la mesa de rifles.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

Los depósitos de Placer son importantes como aportadores de oro, ya que gran parte de la producción mundial se ha obtenido de estos depósitos.

Es de suma importancia su estudio para tener un mejor conocimiento de éstos, y establecer métodos para facilitar su estudio.

Para la existencia de un depósito de Placer se deben considerar las siguientes condiciones.

- a) La existencia de algún medio de transporte para el material detrítico que se deposite como pueden ser ríos, arroyos o pendientes para que se transporte por gravedad.
- b) En caso de la existencia de un río como medio de transporte, que éste sea de una etapa madura de preferencia.
- c) El oro junto con los demás minerales pesados, tiende a concentrarse más fácilmente en lugares donde hay confluencia de arroyos, y donde ocurre angostamiento de canales.
- d) Es de suma importancia la existencia de trampas naturales actuando como rifles para la concentración de minerales pesados.
- e) La topografía no debe ser muy abrupta.

La mayor parte de estas condiciones se cumplen en el área de estudio y por lo tanto, del depósito de oro de placer en cuestión se puede decir lo siguiente:

Es un depósito de oro de placer tipo aluvial y a su vez se clasifica en depósitos de terraza, playa de río y canal relleno.

Esta clasificación se hace considerando a la distribución del depósito de material detrítico y la fuente de mineralización.

Considerando la distribución de valores se puede clasificar en no persistentes a la terraza y playa de río y persistente al canal relleno.

caso de la terraza, y a periodos de inundación en el caso de la playa de río y al canal relleno.

Debido a la existencia de oro fino en la mayoría de los casos, se concluye también que la fuente de mineralización no se encuentra cerca.

Es recomendable la elaboración de un estudio más regional para ver si es posible la determinación de la posible fuente de mineralización que aporta el oro para este depósito.

Por último, en cuanto al método que se utilizó en la evaluación de este depósito, se puede modificar con el fin de facilitar la elaboración del trabajo.

- ANDERSON ERIC. 1982, Exploration of Placer Gold Deposits by Geomagnetics Surveys. Placer Management Group L.T.D. Presented at the Annual Meeting Northwest Mining Association. Spokane Washington.
- B. DA SILVA ALBERTO ROGERICO B.C. MARON MARCOS A. 1984, Perfil Analítico do Ouro, Boletim No. 57. Ministerio das Minas Energia Departamento Nacional da Producao. Brasilia, Brasil.
- BARBOSA. 1984 Incluido en B. Da Silva Alberto Rogerico.
- BATEMAN, A.M. 1950, Economic Mineral Deposits 2nd. Ed.; John Willey & Sons. Inc. New York, P. 916.
- BILIBIN. 1977 Incluido en Smirnov.
- BOYLE. 1979 The Geochemistry of Gold and its Deposits. Bulletin 280.
- BROBSTD PRATT. 1973, Us Mineral Resources, Us Dept. of Int. Geological Survey Profesional P. 820.
- BULYHNIKOV. 1977 Incluido en Smirnov.
- CLARK, W.B. 1970, Gold Districts of California; Calif. Div. Mines Geol. Bull 193. 186 P.
- CRAMPTON, F.A. 1937, Occurrence of Gold in Stream Placers, Mining V. 20 No. 16, P 3-4 33-34.
- ELDRED D. WILSON. 1978. Gold Placer and Placering in Arizona, Bulletin No. 168, State Arizona Bureau of Geology and Mineral Technology. Geological Survey Branch. University of Arizona, U.S.A. P. 87-91.
- GONCHAROV. 1977 Incluido en Smirnov.
- GRIFFITH, S.V. 1960, Aluvial Prospecting and Mining, 2nd. Ed.; Pergamon Press, Inc. New York P. 245.
- HUNTER S. 1909, The Deep Leads of Victoria; Victoria (Australia) Geol. Surv. Min. 7, P. 142.
- JENSEN, M.L. AND BATEMAN A.M., 1979, Economic Mineral Deposits, 3d. ed.; John Willey and Sons. New York, P. 593.
- JUNNER N.R. Gold Occurrences of Victoria, Australia Placer Deposits.
- LINDGREN, W. 1911. The Tertiary Gravels of the Sierra Nevada of California, U.S.A. Geol. Surv. Prof. Pap. 73, 226 P.

- LINDGREN W. 1938. Mineral Deposits 3rd. Ed. Mc. Graw Hill, N.Y.
- MC. CONNELL: 1905. Report on the Klondike Gold Fields; Geol. Surv. Can. Annv. Pap. Pt. B.V. 14, Pl-VI, Also Geol. Surv. Lam. Mem. 284 P. 64-113.
1907. Report on Gold Values in the Klondike High Level Gravels. Geol. Surv. Can. Men; 284 P. 217-238.
- MC LEAN CHARLES A. ZELMUS JEFFREY L. Summary of Yuba Placer gold Company 1986.
- MERTIE, V.B. 1940. Placer Gold in Alaska; V. Wash Acad. Sci. V. 30, P. 93-124.
- MINER YEAR, b. V 1, 1974 603-626.
- NAVARRO M. LUIS, SOTO C. LUIS. 1987. Geologia de la carta Tecoripa (H12 D64). Porción Este Central del Estado de Sonora, Nuevas Contribuciones Paleozoicas. Tesis Profesional Universidad de Sonora.
- NELSON CH. AND HOPKINS. D.M. 1972. Sedimentary Processes and Distribution of Particulate Gold in the Northern Berung Sea, U.S.A., Geol. Survey Prof. Pap. 689. 27 P.
- PARK & MAC DIARMID. 1984. Ore Deposits ed. Freeman.
- R. FANSETT GEORGE. SMALL. 1980. Small Scale Gold Placering. Gold Placers and Placering in Arizona State of Arizona. Bureau of Geology and Mineral Technology, Geological Survey. Bulletin 168. 123 P.
- SHILO, N.A. 1970, b. Placer forming Minerals and Placer Deposits Pacific Geol. No. 2. P. 29-33.
- SIMONS & PRINZ'S. 1984 Incluido en B. Da Silva Alberto Rogerico.
- SMIRNOV. 1977. Ore Deposits of the URRS. Volumen III, Ed. Pitman Publishing.
- STENBERG. 1977 Incluido en Smirnov.
- TYRREL J.B. Economic Geology, Vol II No. 4, Concentration of Gold in the Klondike. June 1907.
- VELIKANOV. 1977 Incluido en Smirnov.
- WEST. 1975. Gold U.S. Dep. Interior Bur. Mines.