

PRESENTACION

OFICINA GENERAL DE
CATASTRO RURAL

INSTITUTO GEOFISICO
DEL PERU

La Oficina General de Catastro Rural del Ministerio de Agricultura y Alimentación, y el Instituto Geofísico del Perú, han realizado el estudio de Uso de Tierra en un Sector del Valle del Rio Huallaga, utilizando Satélite Landsat - 1.

En este trabajo, se ha efectuado la interpretación temática de datos y el mapa final de la zona de estudio, con resultados que permiten explicar el uso de la zona en sectores vecinos de la misma región.

"UTILIZACION DE IMAGENES DE SATELITE LANDSAT - 1
PARA DETERMINACION DE USO DE TIERRA EN SELVA"

El presente estudio se realizó en el marco de la cooperación técnica entre el Ministerio de Agricultura y Alimentación, la Oficina General de Catastro Rural y el Instituto Geofísico del Perú, en la forma de un convenio de colaboración técnica.

El presente estudio se realizó en el marco de la cooperación técnica entre el Ministerio de Agricultura y Alimentación, la Oficina General de Catastro Rural y el Instituto Geofísico del Perú, en la forma de un convenio de colaboración técnica.

Lima, Octubre de 1979

LIMA - PERU
Octubre 1979

PRESENTACION

La Oficina General de Catastro Rural del Ministerio de Agricultura y Alimentación, y el Instituto Geofísico - del Perú, han realizado el estudio de Usos de Tierra en un Sector del Valle del Río Huallaga, utilizando datos del Satélite Landsat - 1.

En este trabajo, se ha efectuado la interpretación automática de datos y el mapeo final de la zona de estudio, con resultados positivos, que permiten aplicar el método empleado en sectores vecinos de la misma imagen.

Esta segunda publicación de la Oficina General de Catastro Rural y el Instituto Geofísico del Perú, sobre Sensoramiento Remoto y su aplicación en el Sector Agricultura-Alimentación, ha contado con la participación de la Dirección General de Forestal y Fauna, en la fase considerada como fotointerpretación de Bosques.

Es nuestro deseo que el presente documento sirva para divulgación y conocimiento de entidades y personas interesadas en esta nueva técnica de determinación de usos de tierra utilizando imágenes digitalizadas del-Satélite Landsat.

Lima, Octubre de 1979

1. OBJETIVOS

"UTILIZACION DE IMAGENES DEL SATELITE

LANDSAT - I PARA DETERMINACION DE - USOS DE TIERRA EN SELVA"

CONTENIDO

- I. OBJETIVOS
- II. REVISION DE LITERATURA
- III. MATERIALES
- IV. METODOLOGIA
- V. RESULTADOS y DISCUSION
- VI. CONCLUSIONES
- VII. RECOMENDACIONES
- VIII. RESUMEN
- IX. BIBLIOGRAFIA
- X. ANEXOS

I. OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio de investigación fueron :

- Determinar la factibilidad de aplicación de las técnicas de interpretación automática de los datos obtenidos por el explorador multiespectral de los satélites Landsat para determinar distintos usos actuales de tierra en zonas de Selva Baja del Perú.
- Obtener datos de áreas en forma automática para los usos de tierra determinados en la zona de Selva.
- Utilizar los datos obtenidos para actualizar la información de usos actuales de tierra en la cartografía existente de Selva que es bastante escasa.

II. REVISION DE LITERATURA

Los productos finales obtenidos de los satélites del Proyecto ERTS (denominados Landsat una vez puestos en órbita) han tenido diferentes aplicaciones en distintos campos de evaluación, conservación, protección y búsqueda de recursos naturales.

En cuanto a su aplicación en Agricultura el uso más impactante ha sido la determinación de usos actuales de tierra, entendiéndose este término como la evaluación de la cobertura vegetal presente en la imagen trabajada esto es al momento de la toma por el satélite.

Estudios empleando técnicas de percepción remota se están efectuando en el país en diferentes rubros como agricultura minería, meteorología y otros. Refiriéndose específicamente

al uso de productos del Landsat en el agro-nacional, su implicancia para evaluación de recursos forestales en la amazonía es significativa por ser esta zona la de mayores recursos del país y cuyo conocimiento trae consigo la efectividad en los resultados de los planes de desarrollo de la política forestal a seguir como del manejo que de ella deriven. (9)

El empleo de imágenes resulta bastante útil como estudio de reconocimiento exploratorio o sea para ofrecer una visión amplia, y de conjunto de bosques; un nivel de clasificación semi-detallado es más dificultoso de obtener puesto que los rasgos espectrales de las clases de bosques son una función compleja según manifiesta M.U. CHAUDHURY (1) sobre las clases que estudió en su trabajo, la complejidad radicaba en la interacción de especies, densidad y características de suelo de manera que no encontró relación única de rasgos espectrales con clases convencionales de bosques.

MERCANTI, concluye algo semejante al manifestar que en áreas de manejo forestal o de pastos, la naturaleza heterogénea de la vegetación natural que crece con patrones irregulares, ha dado más problemas complejos que aquellos dados por los cultivos agrícolas, no solo en la clasificación por métodos convencionales sino en implementar técnicas de patrones de reconocimiento. (4)

Para estudios semi-detallados y detallados indudablemente la fotografía aérea es aún el mejor medio para la inventaria ción forestal, con la fotointerpretación forestal se puede obtener una gran cantidad de información sobre las características generales del área así como detalles específicos sobre presencia y abundancia de ciertas especies, densidades, altura, volumen maderable y otros parámetros utilizados en la evaluación de bosques y tierras forestales. (9)

Sin embargo el uso de fotografías aéreas está limitado, por razones de operatividad y costos, a zonas específicas de estudios debido a que requiere gran número de líneas de vuelo (y tomas fotográficas) para el recubrimiento de áreas como nuestra amazonía.

Los cuadros siguientes muestran los resultados referentes a costos, tiempo y eficiencia del empleo de imágenes Landsat comparado con el uso de fotografías aéreas en el inventario de uso de tierras en el Norte de Tailandia. (7)

COMPARACION ENTRE LOS DOS METODOS

(Tiempo, Costo y Personal)

ITEMS	USANDO IMAGEN LAND SAT	COSTO (bath)**	USANDO FOTOGRAFIAS AEREAS	COSTO (bath)
Tiempo (Control de Campo)	60 días	--	210 días	--
Personal	4	36,400***	20	285,500***
Nº de Imágenes	39*	5,200	3652 Fot.	36,520
Costo/Km2	--	0.24	--	1.89

* Costo de imagen 1:500,000 = 60 baths

Costo de imagen 1:250,000 = 170 baths

** 'bath' es la unidad monetaria de Tailandia, 20 baths = 1 dólar americano

*** Costo de viáticos y otros gastos

COMPARACION DE RESULTADOS

USOS DE TIERRA SIMBOLOS	AREA DE IMAGEN LANDSAT (rai)*	AREA DE FOTO AEREA (rai)	DIFERENCIA
Urbano	181,250	1'293,729	1'112,479
Hortícola	17,500	45,235	27,735
Permanentes	198,907	331,330	132,423
Anuales	10'686,250	5'883,539	4'802,711
Arrozales	19'356,719	18'313,427	1'223,292
Pastizales	122,188	93,501	28,687
Forestal	62'777,966	79'840,580	5'312,447
Purma	11'750,157	-----	-----

* 1 rai - 1,600 m².

Dichos resultados coinciden con una de las conclusiones del estudio efectuado por la OGCR e IGP (5) que manifiesta que la percepción remota desde el satélite Landsat I, con su sensor denominado Explorador Multiespectral, permite determinar los usos de tierra para el Sector Agricultura y Alimentación abarcando grandes áreas con un menor esfuerzo y por consiguiente un ahorro de tiempo y costo.

Para recolección de información forestal deben utilizarse varios tipos de técnicas aéreas de percepción remota en combinación con un trabajo de campo suficiente según el nivel de estudio que se requiera, los costos y capacidad tecnológica existente en un país (8) y referente a los productos fotográficos obtenidos, es recomendable utilizar tanto la interpretación manual como la interpretación automática de los datos (2,6).

Por último la aplicación de la técnica de uso de imágenes del satélite Landsat en zonas forestales se emplea para control de deforestación permitiendo realizar planes de reforestación y dictar medidas que tiendan a la preservación de este recurso generalmente deteriorado por el incremento de población, presión de la industrialización y las prácticas de agricultura nómada. (8)

III. MATERIALES Y EQUIPO

1. Productos Landsat

- Imágenes en película y en papel fotográfico de las bandas 4-5-6 y 7 a Escala 1:1'000,000
 - Imagen a colores a escala 1:1'000,000 (Composición de las bandas 4-5 y 7).
 - La imagen codificada para el país como F-5 utilizada para el presente estudio es la E-1071-14402 tomada el 02 de Octubre de 1972.
 - Cinta digital compatible con computadora (CCT) correspondiente a la imagen en trabajo.
2. Fotografías de Vuelo Alto (USAF) en blanco y negro.
 3. Mapa forestal del Perú a escala 1:1'000,000.
 4. Equipo de Fotointerpretación.
 5. Máquina Diazo para composición de colores.
 6. Computadora HP-2100.

IV. METODOLOGIA

Para la realización del presente estudio se utilizó básicamente la metodología descrita en la publicación anterior realizada por esta Oficina (1). Para la selección de las muestras en

la zona de Selva se optó por unir varias áreas individuales que fueron semejantes para conformar una sola muestra com - puesta que represente una característica a estudiar.

La alternativa se tomó en vista de la necesidad de contar con suficiente número de Pixels por muestra lo cual dadas - las condiciones Sui-Géneris de la amazonía era difícil.

Sumarizando, el proceso constó de las siguientes partes :

1. Selección del Area a Estudiar
2. Reconocimiento de los Patrones de Usos de Tierra a De - terminar (empleando imágenes, fotosaéreas, planos etc.)
3. Obtención de Mapas de grises y Determinación de mues - tras
4. Análisis Estadístico de las muestras y Obtención de - "Muestras Patrones"
5. Elaboración del Mapa de Usos de Tierras.

Como se mencionó anteriormente el control de campo de las - muestras de los distintos parámetros tiene vital importan - cia sin embargo para fines del presente estudio esta fase - no se realizó, empleandose como control la interpretación - de fotografías aéreas de vuelo alto (USAF-NOV.62).

1. Selección del Area

El paso previo del estudio, consistió en elegir una - área de Selva Baja que contase con imagen fotográfica y cinta de computador disponibles.

La imagen F-5 cubría una zona comprendida entre el Río - Huallaga y el Ucayali y fue elegida para el estudio, es - ta imagen tenía 20% de nubosidad concentrada en su mayo - ría cerca a la Ciudad de Yurimaguas donde hubiera sido - ideal concentrar el trabajo de Determinación de Usos de Tierra por contar esta zona con fotografías de vuelo ba - jo.

2. Reconocimiento de los Patrones

Interpretando las fotografías 'USAF' se determinaron diferentes tipos de cobertura, confeccionándose una superpuesta con los resultados de la interpretación de las zonas donde se centralizaron los estudios sobre el Río Huallaga. (Gráfico Nº 2).

Los Usos de Tierra a Determinarse en el presente estudio fueron :

- Superficie Agrícola : Que abarca todo el área con cultivo en explotación.
- Bosques : Para efectos del presente trabajo toda el área forestal esta comprendida en este parámetro.
- Pantános : Toda el área con terrenos pantanosos los cuales pueden tener pequeños aguajales de mediana o baja densidad.
- Aguajales : Areas conformadas casi en su totalidad por la palmera "Aguaje" (MAURITIA Sp.).
Estas áreas poseen un gran potencial económico para su utilización en forma industrial.
- Ríos : En estos patrones se consideran las aguas que discurren a través del llano amazónico, habiéndose tomado muestras de los dos ríos importantes que cruzan la imagen.
- Cochas y Meandros : Estos parámetros comprenden a las aguas que se presentan estancadas o en movimiento en dichas formaciones.
Su determinación se efectuó con miras a diferenciar mediante la presencia o ausencia de ellos, los tipos de bosques.

- No Determinado : En este rubro el computador "guarda" todos aquellos rasgos que no tienen el parámetro con quién comparar.

3. Obtención de Mapa de Grises

Se efectuó un procesamiento de las áreas a estudiar para la obtención de un mapa de grises, utilizando el programa no-supervisado.

En este mapa de grises se seleccionaron muestras de los diferentes usos de tierra mediante la interpretación visual de la imagen y de acuerdo a otras fuentes, básicamente con la sobrepuesta obtenida en el acápite 2.

Las muestras deben reunir ciertas condiciones como homogeneidad para poder entrenar correctamente al computador en su reconocimiento, es este el motivo que nos indujo a tomar pequeñas sub-muestras (en cuanto a número de pixels) que conformaron las muestras a cargar en la memoria del computador para su análisis.

4. Análisis Estadístico

Individualizando las muestras en base a las coordenadas de imagen se "cargaron" en el computador para que realice el análisis estadístico .

La obtención de los promedios y matrices de covariancia-fué el resultado de este análisis lo que nos permitió seleccionar aquellas muestras que realmente representaban las características del uso de tierras buscado.

Estas muestras son las denominadas "muestras patrones" - que sirven para la elaboración de los mapas de usos.

El analisis estadístico fué realizado íntegramente por computadora.

5. Elaboración del Mapa de Usos de Tierras

Obtenidas las "muestras patrones" se procedió a procesar un listado del área estudiada con el programa SUPERVISADO, el que las utiliza para el reconoci - miento de rasgos espectrales lo que nos dió como - producto final el MAPA DE USOS DE TIERRAS.

Estos mapas para que tengan valor necesitan ser consistenciados comparándolos para tal fin con las - fotointerpretaciones realizadas de antemano.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Usos de Tierras

Los resultados con la clasificación de los diferen - tes usos de tierra pueden apreciarse en el Gráfico - Nº 1; como se vé, pudieron ser definidas con preci - sión las zonas pantanosas, los aguajales, los ríos - y cochas notándose también la tendencia del curso - de los meandros . Estas agrupaciones han sido delimi - tadas con el fin de hacerlas resaltar sin embargo en el área de bosques también están presentes de mane - ra dispersa los otros parámetros.

Los diferentes tipos de bosques, llámense aluviales, de colina y de protección, no pudieron individuali - zarse a pesar de haber centralizado el muestreo en - estos grupos para obtener una clasificación mas cer - cana a lo real, es así que se optó por considerar - las distintas muestras como un solo parámetro deno - minado BOSQUES en vista de no tener diferencias es - pectrales significativas entre ellos que nos permi - tieran clasificarlos en forma separada. Estos resul - tados fueron producto del analisis estadístico rea -



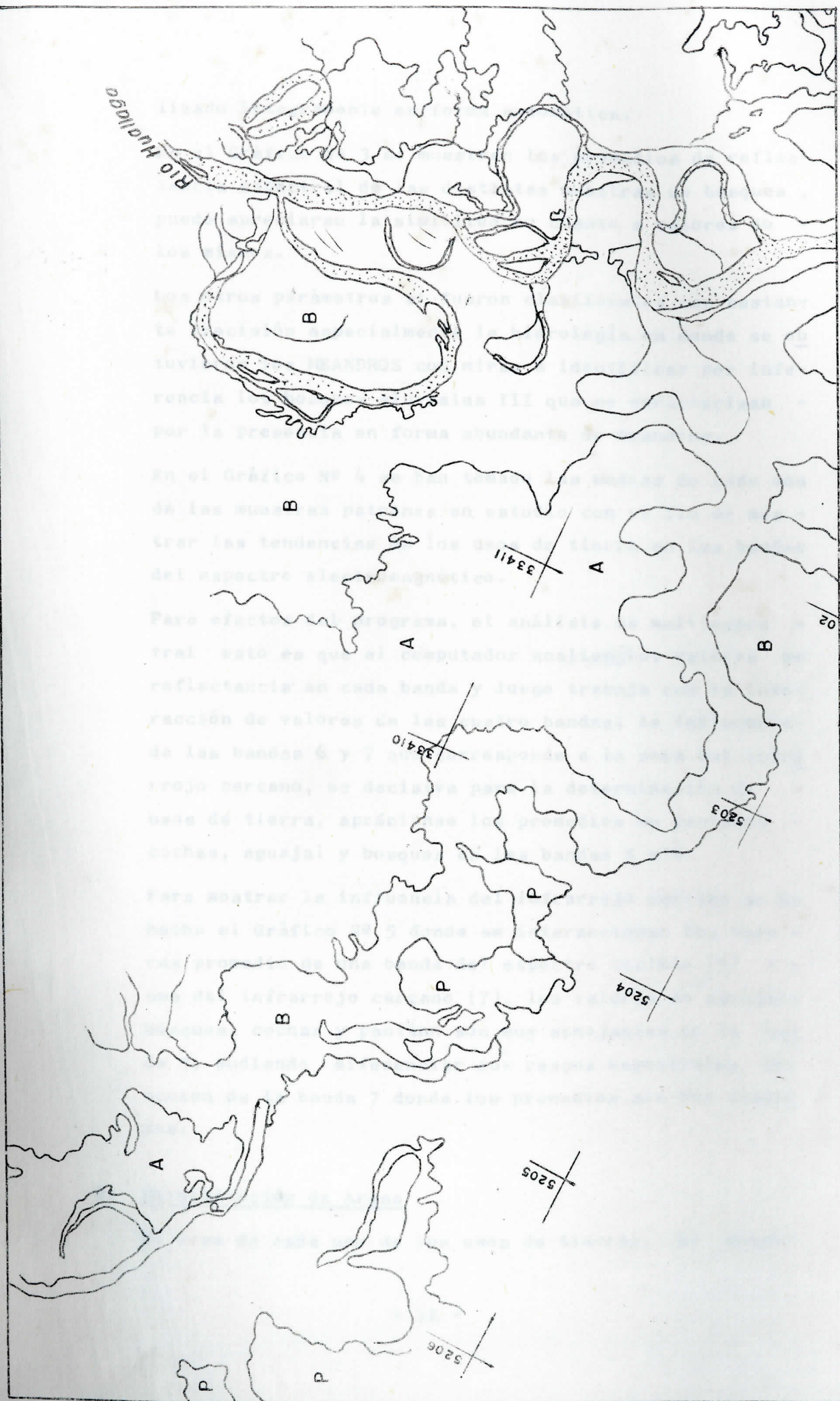
CLASE	SIMBOLO EN PÍXELS	ÁREA (m ²)	DESCRIPCION
1	****	0.000	COCHAS
2	****	0.000	COCHAS
3	****	0.000	COCHAS
4	****	0.000	COCHAS
5	****	0.000	SEU
6	****	10.550	PASTANO
7	****	4008.194	PASTANO
8	****	9028	AGRIAL
9	****	114	AGRIAL
10	****	31950	MOSEDO
11	****	16	NO CLASIFICADO

CLASSE	SING.
1	...
2	...
3	...
4	...
5	...
6	...
7	...
8	...
9	...
10	...
11	...
12	...

AMOUNT	DESCRIPTION
0.000	CASH
92.350	CASH
40.150	CASH
0.000	RTG
0.000	RTG
309.202	RTG
100.080	RTG
0.000	RTG
437.261	RTG
339.261	RTG

CLASS	STANDARD	STUDENTS	TEACHERS	TEACHERS	TEACHERS
1	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100
26	100	100	100	100	100
27	100	100	100	100	100
28	100	100	100	100	100
29	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100
31	100	100	100	100	100
32	100	100	100	100	100
33	100	100	100	100	100
34	100	100	100	100	100
35	100	100	100	100	100
36	100	100	100	100	100
37	100	100	100	100	100
38	100	100	100	100	100
39	100	100	100	100	100
40	100	100	100	100	100
41	100	100	100	100	100
42	100	100	100	100	100
43	100	100	100	100	100
44	100	100	100	100	100
45	100	100	100	100	100
46	100	100	100	100	100
47	100	100	100	100	100
48	100	100	100	100	100
49	100	100	100	100	100
50	100	100	100	100	100
51	100	100	100	100	100
52	100	100	100	100	100
53	100	100	100	100	100
54	100	100	100	100	100
55	100	100	100	100	100
56	100	100	100	100	100
57	100	100	100	100	100
58	100	100	100	100	100
59	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100
61	100	100	100	100	100
62	100	100	100	100	100
63	100	100	100	100	100
64	100	100	100	100	100
65	100	100	100	100	100
66	100	100	100	100	100
67	100	100	100	100	100
68	100	100	100	100	100
69	100	100	100	100	100
70	100	100	100	100	100
71	100	100	100	100	100
72	100	100	100	100	100
73	100	100	100	100	100
74	100	100	100	100	100
75	100	100	100	100	100
76	100	100	100	100	100
77	100	100	100	100	100
78	100	100	100	100	100
79	100	100	100	100	100
80	100	100	100	100	100
81	100	100	100	100	100
82	100	100	100	100	100
83	100	100	100	100	100
84	100	100	100	100	100
85	100	100	100	100	100
86	100	100	100	100	100
87	100	100	100	100	100
88	100	100	100	100	100
89	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100
91	100	100	100	100	100
92	100	100	100	100	100
93	100	100	100	100	100
94	100	100	100	100	100
95	100	100	100	100	100
96	100	100	100	100	100
97	100	100	100	100	100
98	100	100	100	100	100
99	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100

GRAFICO Nº 2 INTERPRETACION DE FOTOGRAFIAS DE VUELO ALTO



lizado íntegramente en forma automática.

En el Gráfico Nº 3 se muestran los promedios de reflectancia espectral de las distintas muestras de bosques, puede apreciarse la similitud en cuanto a valores de los mismos.

Los otros parámetros si fueron clasificados con bastante precisión especialmente la hidrología en donde se obtuvieron los MEANDROS con miras a identificar por inferencia los bosques aluviales III que se caracterizan por la presencia en forma abundante de meandros.

En el Gráfico Nº 4 se han tomado las medias de cada una de las muestras patrones en estudio con el fin de mostrar las tendencias de los usos de tierra en las bandas del espectro electromagnético.

Para efectos del programa, el análisis es multiespectral esto es que el computador analiza los valores de reflectancia en cada banda y luego trabaja con la interacción de valores de las cuatro bandas; la influencia de las bandas 6 y 7 que corresponde a la zona del infrarrojo cercano, es decisiva para la determinación de usos de tierra, apréciense los promedios en pantanos, cochas, aguajal y bosques en las bandas 5 y 6.

Para mostrar la influencia del infrarrojo cercano se ha hecho el Gráfico Nº 5 donde se interaccionan los valores promedio de una banda del espectro visible (5) y una del infrarrojo cercano (7), los valores de aguajal-bosques, cochas y pantano son muy semejantes en la banda 5, pudiendo diferenciar sus rasgos espectrales por acción de la banda 7 donde los promedios son muy dispersos.

2. Determinación de Areas

El área de cada uno de los usos de tierras, se deter-

MUESTRAS DE BORQUES

GRÁFICO Nº 3

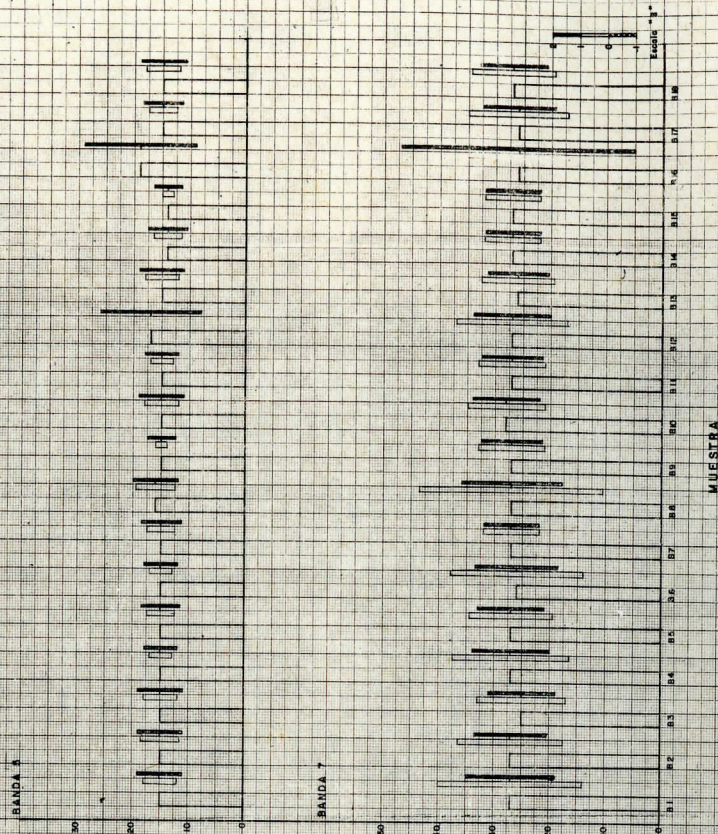
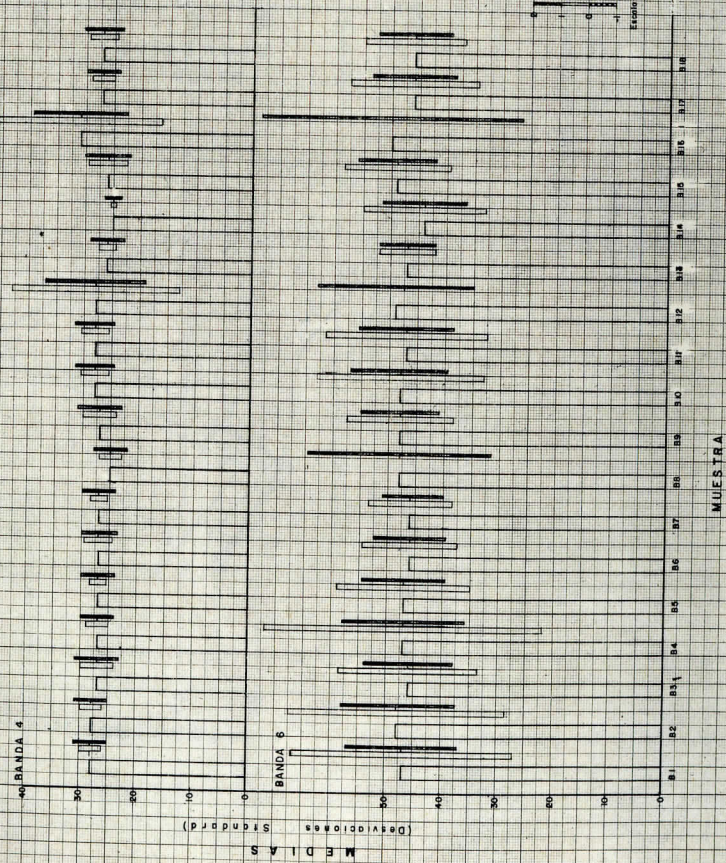


Gráfico Nº 4 RESPUESTAS EN REFLECTANCIA DE PATRONES DE USOS DE TIERRA

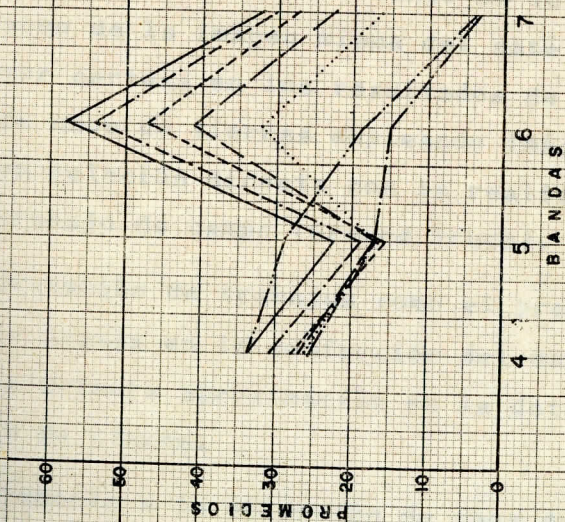
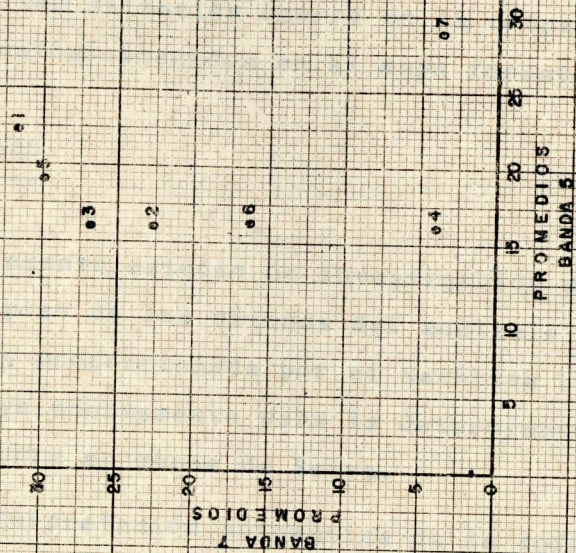


Gráfico Nº 5 DISTRIBUCION BIDIMENSIONAL DE RASGOS ESPECTRALES



minó automáticamente por el programa de clasificación paramétrico.

3. Métodos de Interpretación

Comparando los resultados de la clasificación automática con los resultados de la fotointerpretación (Gráficos N^{os}. 1 y 2) notamos la mayor precisión - en detalles de la primera, aceptando la restricción del número de parámetros en ella por el momento.

La misma situación ocurre en la comparación con los datos obtenidos en el mapa forestal.

VI. CONCLUSIONES

1. El presente estudio de investigación demostró que el empleo de los métodos del análisis de la información proporcionada por el Satélite Landsat contribuye enormemente para la determinación de usos de tierra en zonas de Selva.
2. La interpretación automática de la información en el presente trabajo dió mas detalles de los usos de tierras determinados (grupos clasificados) que una interpretación manual tanto de fotografías aéreas como de la imagen misma del satélite.
3. La mayor certeza en los resultados de la determinación de usos de tierras empleando imágenes Landsat está en relación directa con la realización de un buen trabajo de campo (Ground Truth).
4. La realización de trabajos como el presente significa un avance en la confección del mapeo en Selva con una primera aproximación en la determinación de usos de tierra.
5. Paralelamente a la obtención de usos de tierra, se

determinan en forma automática, las áreas de los parámetros en estudio.

VII. RECOMENDACIONES

1. Profundizar los trabajos en Selva utilizando productos del satélite Landsat para evaluar y cuantificar los recursos naturales existentes.
2. Realizar estudios en Selva sobre el avance de la deforestación con miras a planificar el uso racional de los bosques; para este caso los productos del Landsat son complemento valioso de las fotografías aéreas.
3. Aunar esfuerzos entre los organismos encargados del recurso forestal para la aplicación de las técnicas de utilización de la Percepción Remota en Selva.
4. Dar capacitación permanente sobre técnicas de percepción remota a todos los técnicos que trabajen en esta área motivando el intercambio de conocimientos entre ellos.
5. Crear al mas breve plazo un Centro Piloto de Capacitación y Aplicaciones de la Percepción Remota con el fin de coordinar acciones entre los distintos organismos que utilizan esta técnica y aprovechar al máximo los recursos disponibles.

VIII. RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo el propósito de clasificar usos actuales de tierra empleando la información proporcionada por el Satélite Landsat del Proyecto de Satélites para Evaluación de Recursos Naturales a cargo de la NASA.

Se emplearon tanto las imágenes fotográficas para la realización de una primera clasificación visual, así como las -

cintas compatibles con computador teniendo la información digitalizada, esta última se utilizó para la clasificación automática que se desarrolló en las instalaciones del Instituto Geofísico del Perú.

Para el presente estudio se trabajó una área de la Imagen F-5 de la Selva Peruana cuyo código NASA es E-1071-14402- del 02 de Octubre de 1972.

La Metodología consistió en :

1. Selección del Area a Estudiar
2. Reconocimiento de los Patrones de Usos de Tierra a Determinar (empleando imágenes, fotos aéreas, planos-etc.).
3. Obtención de Mapa de Grises y Determinación de Muestras.
4. Análisis Estadístico de las Muestras y Obtención de "Muestras Patrones".
5. Elaboración del Mapa de Usos de Tierras.

Se clasificaron cinco usos actuales de tierra que fueron: agricultura, bosques, pantanos, aguajales e hidrología (ríos, cochas y meandros).

Los resultados nos mostraron la factibilidad de clasificar automáticamente dichos parámetros siendo por lo tanto posible determinar en una primera aproximación el porcentaje de los mismos lo que nos permite evaluar el potencial de recursos forestales de nuestra Selva.

La obtención de Mapas de Usos de la Selva constituye un adelanto en el recubrimiento cartográfico de esta zona aceptando la falta de precisión de los mapas de usos en comparación con un mapa levantado con métodos fotogramétricos.

En este trabajo de investigación no fué posible llegar a una clasificación mas detallada dentro de los bosques como hubiera sido de gran ayuda para la planificación del-

1. CHAUDHURY, M.U.; Polcyn, Fabian; et al.
"A Landsat Inventory of the Agricultural and Forest Resources in Bangladesh".
Landsat task Force, Bangladesh- Environment Research Institute of MICHIGAN, U.S.A.
2. LAWRENCE, Robert D.; HERZOG, James H.
"Geology and Forestry Classification from ERTS-1 Digital Data" in Photogrammetric Engineering and Remote Sensing volumen XLI Nº 10. Octubre 1975.
3. MALLEUX O. Jorge; "Estratificación Forestal con usos de fotografías aéreas" vol. 1
Universidad Nacional Agraria - La Molina -
Universidad de Carolina del Norte - Misión Agrícola para el Perú. Lima, Julio 1971.
4. MERCANTI, ENRICO; "ERTS-1 Teaching us a new way to see"
NASA, Goddard Space Flight Center. September 1973.
5. Oficina General de Catastro Rural - Instituto Geofísico del Perú. "Determinación de usos de tierra en la zona de Cajamarca (Perú) empleando datos del satélite Landsat - 1". Lima, Noviembre 1978.
6. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, ONERN - AID - ERIM.
"Usos de los Sistemas de Percepción Remota, Evaluación del Potencial de la Palmera - Aguaje en la Selva Peruana" . ONERN; Lima, Noviembre 1977.
7. OMAKUPT, MANU. " Land use inventory of north Thailand using Landsat Imagery".
Dept. of Land Development, Bangkok, Thailand.

8. SADOWSKI, FRANKLIN G. ; "The promises of Remote Sensing for Forestry in developing Countries". Symposium on "The use of remote sensing by satellites for agricultural development in latin america".
Washington, D.C. Mayo, 1978.
9. Universidad Nacional Agraria - La Molina .
"Mapa Forestal del Perú" (memoria explicativa).
Lima, Diciembre 1975.

X. ANEXOS

1. Imágen Landsat con ubicación del área de estudio.
2. Análisis Estadístico de las muestras del estudio.

W076-00

W075-001

W075-001



W076-001 S006-001 W075-001 W075-001
020CT72 C S05-41/W075-25 N S05-40/W075-17 MSS-5 R SUN EL57 AZ008 183-0538-A-1-N-D-2L NASA ERTS E-1071-14402-5 02.
Esc. Aprox. 1:1250,000

W076-001

W075-001

W075-001

Anexo N°1 AREA QUE COMPRENDE EL PRESENTE ESTUDIO

ANEXO 2. ANALISIS ESTADISTICOS

1. MUESTRA DE COCHAS

MUESTRA PATRON	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{x}$	s^2	S	$\bar{x}$	s^2	S	$\bar{x}$	s^2	S	$\bar{x}$	s^2	S
C1	22.06	1.39	1.17	12.06	0.73	0.85	11.13	11.44	3.38	3.33	5.28	2.29
C2	29.30	1.36	1.16	17.19	1.53	1.23	14.58	43.55	6.60	4.39	18.61	4.31
C3	32.11	1.66	1.28	20.84	0.82	0.90	16.03	31.53	5.61	4.11	10.49	3.24

2. MUESTRAS DE RIOS MARAÑON Y HUALLAGA

MUESTRAS INDIVIDUALES	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S
R 1 a	33.99	0.51	0.71	28.98	1.27	1.12	18.57	0.87	0.93	3.81	0.45	0.67
R 1 b	33.94	0.63	0.79	28.79	1.35	1.16	18.67	0.46	0.68	4.02	0.41	0.64
R 2 a	38.762	0.46	0.67	40.333	0.88	0.93	28.905	2.94	1.71	6.714	1.25	1.11
R 2 b	37.238	2.27	1.50	36.714	17.25	4.15	28.667	6.50	2.54	8.143	9.55	3.09
R 2 c	37.400	2.98	1.72	36.629	13.87	3.72	27.943	19.25	4.38	7.629	19.26	4.38
R 2 d	38.086	3.04	1.74	36.400	11.38	3.37	26.057	25.88	5.08	7.229	12.40	3.52
R 2 e	38.000	1.37	1.17	37.714	6.54	2.55	27.286	11.97	3.45	6.600	7.61	2.75
R 2 f	38.200	0.87	0.93	38.600	1.52	1.23	26.844	1.46	1.20	6.022	0.68	0.82
R 2 g	37.840	2.05	1.43	36.440	15.76	3.96	31.880	53.62	7.32	10.160	37.25	6.10

MUESTRA PATRON	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S
R 1	33.97	0.55	0.74	28.91	1.31	1.14	18.61	0.72	0.84	3.88	0.44	0.66
R 2	37.94	2.05	1.43	37.52	10.56	3.24	27.92	19.43	4.40	7.31	13.29	3.64

3. MUESTRAS DE PANTANOS

MUESTRAS INDIVIDUALES	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S
P 1 a	27.67	0.62	0.79	15.93	0.60	0.77	27.33	2.49	1.57	12.07	3.66	1.91
P 1 b	26.56	2.02	1.42	15.22	0.17	0.41	29.67	26.66	5.16	13.67	12.66	3.55
P 1 c	23.73	1.13	1.06	15.27	0.46	0.67	29.80	7.23	2.69	12.80	1.49	1.22
P 1 d	26.63	0.23	0.48	14.87	0.36	0.60	27.13	15.11	3.88	12.13	4.61	2.15
P 2 a	27.99	0.70	0.84	16.47	1.42	1.19	42.02	7.97	2.82	22.80	3.82	1.95
P 2 b	27.98	0.66	0.81	16.41	0.53	0.73	39.02	3.07	1.75	20.03	2.01	1.41
P 2 c	28.49	0.81	0.90	17.55	1.46	1.19	36.72	4.81	2.19	18.77	2.15	1.46
P 2 d	28.06	0.41	0.64	16.89	1.39	1.18	38.80	3.72	1.92	20.31	1.50	1.22
P 2 e	29.42	1.03	1.61	20.15	1.44	1.20	37.79	14.59	3.82	19.84	4.90	2.21
P 2 f	29.87	1.49	1.22	19.22	1.24	1.11	40.60	5.57	2.36	20.47	2.96	1.72

MUESTRA PATRON	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S
P 1	26.98	1.21	1.10	15.40	0.58	0.76	28.53	12.33	3.51	12.62	5.22	2.28
P 2	28.53	1.14	1.06	17.73	2.76	1.66	38.13	6.52	2.55	19.83	2.93	1.71

4. MUESTRAS DE AGUAJAL

MUESTRAS INDIVIDUALES	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S
a 1 a	27.31	0.54	0.73	16.18	0.72	0.85	42.06	3.16	1.17	22.78	1.56	1.25
a 1 b	27.58	0.59	0.77	15.89	0.44	0.66	42.55	2.69	1.64	23.17	1.51	1.22
a 1 c	27.57	0.59	0.77	15.88	0.33	0.57	41.34	2.40	1.55	22.91	0.99	0.99
a 1 d	27.76	0.45	0.67	16.11	0.76	0.87	41.73	3.53	1.88	22.42	1.62	1.27
a 1 e	27.91	0.59	0.77	15.94	0.23	0.48	42.03	2.14	1.46	22.49	0.87	0.93
a 1 f	27.69	1.10	1.05	15.64	0.41	0.64	41.69	2.55	1.59	22.82	1.75	1.32

MUESTRA PATRON	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S
a 1	27.61	0.62	0.78	15.90	0.48	0.69	42.00	2.88	1.69	22.91	1.52	1.23

5. MUESTRA DE MEANDRO

Muestra Patron	Banda 4			Banda 5			Banda 6			Banda 7		
	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S	$\bar{X}$	s^2	S
M1	30.42	3.26	1.80	19.33	7.78	2.79	54.76	25.59	5.05	29.89	7.95	2.82

6. MUESTRAS DE AGRICULTURA

MUESTRAS	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S
A 1	34.657	1.19	1.09	24.086	3.79	1.95	62.200	22.04	4.69	33.086	9.50	3.08
A 2	35.212	1.92	1.38	25.394	3.02	1.74	57.303	18.63	4.32	31.697	9.91	3.15
A 3	32.467	1.18	1.08	21.000	6.00	2.45	58.800	30.69	5.54	32.133	7.98	2.82
A 4	33.990	9.92	3.14	23.111	26.07	5.10	60.152	20.49	4.52	33.292	17.05	4.12
A 5	31.343	2.68	1.63	19.943	4.62	2.14	58.029	47.85	6.91	31.743	22.07	4.69
A 6	32.336	4.42	2.10	20.042	7.31	2.70	59.361	17.55	4.18	32.538	10.66	3.26
A 7	34.091	4.38	2.09	22.485	13.03	3.60	58.758	24.54	4.95	31.970	15.06	3.88
A 8	32.629	2.91	1.70	21.686	10.55	3.24	52.857	68.58	8.28	28.629	28.69	5.35

7.. MUESTRAS DE BOSQUES

MUESTRA	BANDA 4			BANDA 5			BANDA 6			BANDA 7		
	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S	$\bar{X}$	s ²	S
B 1	28.034	0.44	0.66	15.718	0.59	0.77	47.974	4.00	2.00	27.103	2.60	1.61
B 2	28.063	0.40	0.63	15.905	0.68	0.82	48.238	3.90	1.97	27.476	1.90	1.21
B 3	27.778	0.61	0.78	15.624	0.66	0.81	46.709	2.50	1.58	25.983	1.60	1.26
B 4	27.081	0.43	0.65	15.081	0.39	0.62	47.727	5.00	2.24	27.242	2.10	1.45
B 5	27.500	0.37	0.61	15.125	0.48	0.69	47.312	2.40	1.55	27.312	1.50	1.22
B 6	27.937	0.55	0.74	15.750	0.43	0.65	46.437	1.70	1.30	26.562	2.40	1.55
B 7	27.533	0.38	0.62	15.800	0.56	0.75	46.467	1.50	1.22	27.333	1.00	1.00
B 8	25.500	0.41	0.64	16.250	0.68	0.82	48.542	10.70	3.27	27.417	3.30	1.81
B 9	27.933	0.59	0.77	15.400	0.24	0.49	48.667	1.95	1.39	27.000	1.20	1.09
B 10	28.050	0.54	0.73	15.700	0.61	0.78	48.700	3.00	1.73	28.000	1.40	1.18
B 11	28.100	0.49	0.70	15.850	0.42	0.65	47.100	2.90	1.70	27.150	1.20	1.09
B 12	28.944	3.20	1.78	17.000	3.30	1.81	49.000	8.10	2.85	27.222	2.00	1.41
B 13	26.600	0.34	0.58	15.500	0.65	0.81	47.450	1.00	1.00	26.200	1.30	1.14
B 14	25.917	0.07	0.26	14.583	0.57	0.75	44.583	2.20	1.48	27.000	1.00	1.00
B 15	26.267	0.72	0.85	14.667	0.22	0.47	49.400	1.90	1.38	27.467	1.00	1.00
B 16	31.200	3.10	1.76	19.433	4.00	2.00	50.867	22.10	4.70	26.800	17.60	4.19
B 17	27.650	0.42	0.65	15.750	0.48	0.69	46.650	2.30	1.52	26.550	1.80	1.34
B 18	27.943	0.56	0.75	15.800	0.61	0.78	46.886	1.80	1.34	27.343	1.50	1.22
B 19(6)	28.181	0.63	0.79	15.965	0.63	0.79	46.771	2.62	1.62	26.944	2.08	1.44
B 20	28.035	0.55	0.74	15.860	0.73	0.85	48.075	5.07	2.25	27.370	2.69	1.64
B 21(15)	29.152	1.03	1.01	17.545	1.76	1.33	52.985	12.50	3.54	30.985	6.38	2.53