

# Juegos Florales



# LÍNEA DE VAPORES

DE LA

# UNITED FRUIT Co.

La United Fruit Company ofrece á sus favorecedores un servicio sin rival entre Puerto Limón y los puntos que abajo se expresan:

**Vapores: Cartago, Parímina y Heredia**

de 5,000 toneladas cada uno,—harán un servicio de cabotaje así: Entre Limón y Bocas del Toro, Panamá, todos los martes á las 9 p. m. Entre Limón y New Orleans, con escala en Puerto Barrios, Guatemala, y Belize, Honduras, cada Viernes en la noche.

**Vapores: Limón, San José y Esparta**

de 3,300 toneladas cada uno. Servicio semanal entre Limón y Boston. Salen de Limón los domingos en la madrugada.

NOTA.—Los pasajeros deben presentarse ante el Cónsul Americano en San José ó Limón, tres días consecutivos antes de embarcarse para New Orleans ó Mobile, á fin de obtener una constancia de haber permanecido en estos lugares durante dichos tres días.

Para más informes, dirigirse á las Oficinas de la United Fruit Co., en San José ó en Limón, y á los Sres. Sasso y Pirie, Sub-Agentes, San José.

E. J. HITCHCOCK, Administrador.

# Juegos Florales de Costa Rica

15 de Septiembre de 1909

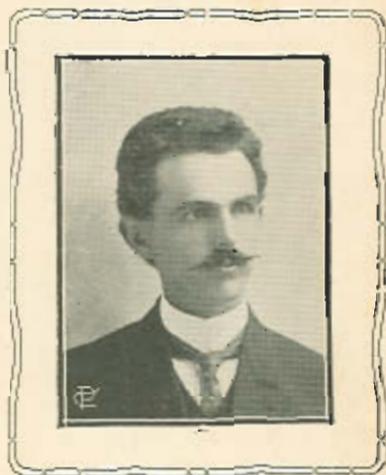
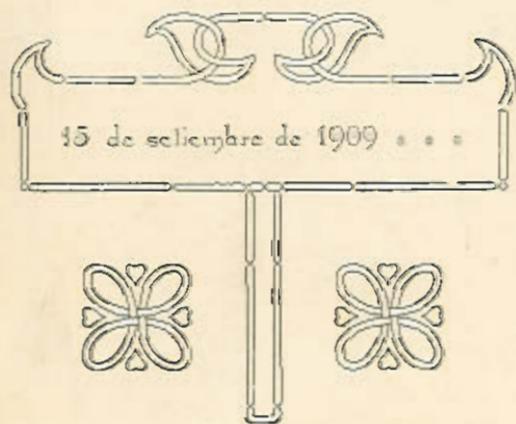
PERSONAL DE "PAGINAS ILUSTRADAS" \* COMITE ORGANIZADOR \*



De izquierda a derecha, en los medallones: Don Justino Barrios, poeta premiado con la Flor Natural y dos menciones honoríficas. « Don León Fernández Guardia, Profesor de Historia en el Colegio Superior de Señoritas. « De pie: Don E. Noriega, empleado en el ministerio de Instrucción Pública. « Dr. Gustavo Michaud, Profesor en el mismo Colegio, del de Cartago y en la Escuela de Farmacia. « Don J. Fidel Tristán, Director del Colegio Superior de Señoritas. « Sentados: Don Anastasio Alfaro, Director del Museo Nacional, del Instituto Físico Geográfico y Profesor del Colegio Superior de Señoritas. « Don Próspero Calderón, Director propietario de PAGINAS ILUSTRADAS y Profesor del mismo Colegio y del Liceo de Costa Rica. « Don D. Abel Prieta, Director de la Escuela de Tipografía de San José. — Por PAGINAS BUENAS



ING. DON JUAN FRANCISCO ECHEVERRÍA  
Secretario de la Facultad Técnica



DON ALBERTO RUDIN  
Profesor en el Liceo de Costa Rica

LOS JURADOS  
TRIBUNAL DE INSTRUCCION PUBLICA



C. FRANCISCO MONTERO BARRANTES  
Profesor del Liceo de Costa Rica



DON RAMON MATIAS QUESADA  
Profesor del Colegio Sup. de Señoritas



DR. ARTURO PEREZ MARTIN  
Director del Liceo de Costa Rica

\*\*\*\*\* Tribunal de Literatura \*\*\*\*\*



DON JOSE MA. ALFARO COOPER  
Director General de Estadística



LIC. ALBERTO BRENES CORDOVA  
Magist. de la Corte Sup. de Justicia



DON ROBERTO BRENES MESEN  
Subsecretario de Inst. Pública

# INDICE

PAGINAS

Un año más.— Próspero Calderón :.....	2
Los Juegos Florales en Costa Rica.—Bases del Concurso,.....	4
Actas de la adjudicación de premios.....	6
Valor de las fuerzas hidráulicas en Costa Rica.—Enrique Jiménez Núñez.—(KILOWATT).....	9
El valor de las fuerzas hidráulicas en Costa Rica.—Luis Matamoros.—(RHO).....	30
El valor de las fuerzas hidráulicas en Costa Rica.—Manuel González Zeledón.—(LUCER ASPICRO).....	44
Poema del Agua.—Lisímaco Chavarría.—(MATER NATURA).....	50
Palabras de la Momia.—Lisímaco Chavarría.—(TEJIRE).....	55
Los Carboneros.—Lisímaco Chavarría.—(SILVANO).....	63
A Paris.—Carlos Gagini.—(KALIDASA).....	70
La Propia.—Manuel González Zeledón.—(OTAVIANFER).....	77
El pobre manco.—Gonzalo Sánchez Bonilla.—KLAUDIO KLAUDEL(S).....	89
Nombramiento de la reina —L. Chavarría.....	105
Programa de la velada.....	106
Discurso.—Ernesto Martín.....	107
A la Reina de la fiesta.—L. Chavarría.....	109
Crítica de los procedimientos disciplinarios que prescribe la ley, etc.—Solón Núñez.—(ROQUE).....	111
Crítica de los procedimientos disciplinarios que prescribe la ley, etc.—Enrique Jiménez Núñez.—(CROKE).....	117
Cultivo y propagación de las principales orquídeas de Costa Rica.—Pablo Biolley.—(HERO ROSA).....	125 — 136

## NOTAS:

La presente edición debió haber salido el 17 de enero último; mas por causas ajenas á nuestra voluntad no la ofrecemos hasta hoy al público.

Por no haber podido conseguir las fotografías, pasamos por la pena de no publicar los retratos de los señores W. J. Field, Salvador González Ramírez y Alfredo Brade miembros del Jurado.

EL DIRECTOR

# Páginas Ilustradas

REVISTA QUINCENAL

SAN JOSE,  
1º de enero de 1910

Director y propietario,  
Próspero Calderón



TEATRO NACIONAL

## Un año más

Hoy cumple seis años *Páginas Ilustradas*. En países como el nuestro, que están aún en su infancia, y en donde apenas se inicia, con escaso estímulo, la producción realmente literaria, es tarea ardua sostener por algún tiempo una empresa del carácter y tendencias de la nuestra, que ha tenido que vencer dificultades serias y oposiciones malévolas, pero que hoy con justicia puede ufanarse de haber contribuido con su grano de arena, á dar crédito al país en el extranjero, como se ha comprobado con los honrosos conceptos y alentadoras voces de aplauso de muchas importantes publicaciones del exterior.

En las columnas de esta revista se ha dado amable acogida á las producciones científicas, literarias ó artísticas de casi todos los talentos del país, y no se ha puesto trabas á quienes han querido debatir los principios del deber y del derecho, del respeto y del amor, de la justicia y la caridad, y de todo cuanto informa y da vida á la sociedad moderna en sus complejas manifestaciones. Así hemos logrado por medio del esfuerzo tenaz y entusiasta hacer de esta revista un sincero exponente de la cultura nacional, sin

lisonjas interesadas ni depresiones humilantes para nadie: hemos pretendido poner en las cimas un jirón de luz y no atizar la hoguera de los odios y rivalidades pequeñas.

A quienes nos han querido salpicar de lodo, por cuanto amamos de veras á nuestra patria y á ella le dedicamos las modestas energías de que disponemos, no les hemos devuelto miseria por miseria, sino que les hemos compadecido, sin apartarnos de nuestro ideal de tolerancia y de cultura.

*Páginas Ilustradas* no ha sido ni es objeto de lucro por parte de las personas que en ella laboran con absoluto desprendimiento, y á esta circunstancia se debe en gran parte, que haya vivido relativamente tanto tiempo, más que ninguna otra publicación de su índole, en Centro-América, de que es único ejemplo hasta la fecha.

Consecuente con sus propósitos, verificó el 22 de diciembre de 1907 una velada en el Teatro Nacional, que resultó brillante y de la más franca aprobación del público, á favor de los damnificados de Málaga. También para celebrar el LXXXVIII

18524.

aniversario de nuestra emancipación política, organizó en septiembre próximo pasado, por primera vez en Costa Rica, los *Juegos Florales*, y con este festival, el Concurso Científico-Literario, cuyos trabajos premiados forman el presente número extraordinario de *Páginas Ilustradas*, edición que ha sido generosamente costeadada por el Gobierno del señor Presidente González Víquez.

Para llevar á cabo el Concurso, fué necesario solicitar personalmente premios de varias corporaciones y particulares, pero á nuestra excitativa sólo correspondieron el Supremo Gobierno, la United Fruit C<sup>o</sup>, la Junta de Educación de San José, la Sociedad Nacional de Agricultura, algunos socios del Club Costa Rica y varios amigos de esta revista.

Consignamos estos detalles como testimonio de reconocimiento á las instituciones y personas aludidas, y como constancia escrita de los medios empleados para inaugurar los *Juegos Florales* en Costa Rica.

Como número fuera de programa figuró en la velada la entrega de la suma de ₡ 250 00 de la United Fruit C<sup>o</sup>, á un niño del Asilo de Infancia; premio que el Jurado acordó no adjudicar, según se verá por el documento respectivo.

Aunque no fué organizada para formar parte de los *Juegos Florales*, la exhibición de los retratos triunfadores en el Concurso de Belleza Centro Americano constituyó uno de los atractivos más interesantes de la fiesta; motivo por el cual también incluimos en este número las fotografías de las cinco distinguidas damas agraciadas en dicho Concurso.

Por lo demás, en el lugar correspondiente encontrarán los lectores las actas de los jurados que resuelven la adjudicación de los premios respectivos; y como nota de gran interés gráfico para la historia patria, figuran en el presente número los retratos de las personas premiadas en el Concurso, los de las que desempeñaron el programa de la velada, los de los señores Jurados, los de los jóvenes vencedores en los Juegos Atlético, que también formaron parte del festival, más los retratos de los miembros del Comité.

Hasta hoy que los trabajos premiados salen á luz, podrá el público sensato apreciar, en lo mucho que vale, la importancia del Concurso mencionado, y ojalá que en lo sucesivo haya quien continúe la obra con tanta felicidad iniciada por *Páginas Ilustradas*.

Como quiera que los trabajos sobre *Fuerzas Hidráulicas de Costa Rica* son del más alto interés material para nuestra patria, justo es que consignemos aquí el nombre del doctor don Gustavo Michaud, como autor del tema en referencia.

De sentirse es el no poder adornar estas páginas con el retrato de la notable pianista doña Mercedes de Tucker, por no haber podido obtenerlo.

Terminamos repitiendo nuestra sincera manifestación de reconocimiento á todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron al brillante resultado de la celebración del 15 de septiembre de 1909, en esta capital.

PRÓSPERO CALDERÓN

San José, 1<sup>o</sup> de enero de 1910.

## Los Juegos florales en Costa Rica

PÁGINAS ILUSTRADAS, para conmemorar solemnemente el 88º aniversario de la Independencia de la América Central, abre un Concurso Científico-Literario, con el que inaugurará en Costa Rica los Juegos Florales el 15 de septiembre del presente año de 1909. Por tanto, convoca, lo mismo á los intelectuales del país que á los extranjeros en él residentes, á este certamen, dispuesto conforme á los temas y bases siguientes:

### TEMAS Y PREMIOS

*Primer tema.*—El valor de las fuerzas hidráulicas en Costa Rica.

El transporte eléctrico de las fuerzas hidráulicas es objeto hoy de una verdadera revolución económica en el mundo entero. Las naciones de más porvenir industrial no son ya las que producen carbón, sino las que poseen caídas de agua. Aun en los mismos países pro-

ductores de hulla, en donde se puede conseguir fuerza motriz hidráulica, se sustituye gradualmente el vapor con electricidad, en los ferrocarriles y en las fábricas.

¿Qué podemos esperar de la iniciativa privada y de la del Gobierno, á fin de que Costa Rica saque el mayor provecho de eso que los franceses llaman hoy *La Hulla Blanca*?

El tema es indudablemente de actualidad y bien merece la pena de ser estudiado por aquellos que desean el bienestar de Costa Rica.

*Premio del Gobierno:* C 500-00.

*Segundo tema.*— Composición en verso. Canto á la Independencia de la América Central.

*Premio de la United Fruit Co.:* C 250-00.

*Tercer tema.*— Composición en verso. Poema sobre tema libre.

*Premio:* Flor natural, representada por un pensamiento de oro con un brillante, valor de C 200-00, obsequiado por algunos miembros del Club Costa Rica.

**Cuarto tema.**—Prosa. Novela corta sobre tema nacional.

*Premio de varios amigos de «Páginas Ilustradas», cuya lista está encabezada por el Doctor Arturo Pérez Martín, y la cual será publicada oportunamente: C 100-00.*

**Quinto tema.**—Crítica de los procedimientos disciplinarios que prescribe la ley, y sistema práctico para mejorar la educación moral de los niños, dentro y fuera de los planes de enseñanza.

*Premio de la Junta de Educación de esta Capital: C 100-00.*

**Sexto tema.**—Cultivo y propagación de las principales orquídeas ornamentales de Costa Rica.

*Premio de una Medalla de oro ofrecida por la Sociedad Nacional de Agricultura.*

#### BASES

I.—Desde esta fecha se abre el Concurso Científico-literario y se cierra el 15 de agosto de 1909. Concurso que tendrá por objeto premiar el mejor trabajo sobre cada uno de los temas antes indicados.

II.—Los trabajos deberán ser originales é inéditos y escritos en castellano; serán firmados con un pseudónimo, acompañados de un sobre en el que conste el nombre del autor y la dirección de su domicilio. Dichos trabajos deberán ser escritos á máquina y remitidos al Presidente del Comité abajo suscrito, quien los pondrá en manos del Jurado Calificador.

III.—Ningún trabajo podrá ocupar más de diez y seis hojas, poco más ó menos, por un lado, tamaño corriente de *block*.

IV.—Además de los premios indicados, habrá *Menciones Honoríficas*, á juicio del Jurado.

V.—En el festival que se celebrará en el Teatro Nacional, en la noche del 15 de septiembre, se entregarán los premios á las personas que los hubieren obtenido.

VI.—El autor premiado con la *Flor natural*, tiene derecho á elegir la Reina de los Juegos Florales que debe presidir la solemne distribución de premios.

VII.—Si las personas premiadas no pudieren leer sus composiciones en la noche indicada, el Presidente del Comité designará á quien haya de hacerlo.

VIII.—Las composiciones que no obtuvieren premio ni mención honorífica, serán quemadas, si los autores no las reclaman cuarenta días después del festival.

IX.—Oportunamente se dará á conocer el personal del Jurado—del cual no formará parte ninguno de los miembros de la redacción de *Páginas Ilustradas*, á fin de que cualquiera de éstos pueda tomar parte en el Certamen—y el nombre del mantenedor de los Juegos Florales.

X.—Tanto los trabajos premiados como los retratos de la Reina, de las damas de honor y de los autores, serán publicados en una edición especial de *Páginas Ilustradas*.

El Comité: PRÓSPERO CALDERÓN, Presidente. — DR. GUSTAVO MICHAUD. — J. FIDEL TRISTÁN. — ANASTASIO ALFARO. — DANIEL UREÑA. — FÉLIX F. NORIEGA. — LEON FERNÁNDEZ GUARDIA. — LISÍMACO CHAVARRÍA. — DR. TEODORO PICADO.

San José, Costa Rica, á primero de mayo de mil novecientos nueve.

## Actas

Constituido el Jurado Calificador, nombrado para conocer de los trabajos presentados sobre el primer tema del concurso científico literario de los Juegos Florales á saber: "El valor de las fuerzas hidráulicas en Costa Rica", resolvió por unanimidad, en vista de la importancia de dos de ellos, firmando uno por "Rho" y el otro por "Kilowatt", dividir el premio de ₡ 500.00 en partes iguales y asignarle una mitad á cada uno de los autores de dichos trabajos y conceder "Mención Honorífica" al autor del trabajo firmado "Lucem Aspicio." (\*)

San José de Costa Rica, setiembre 13 de 1909.

J. S. GONZÁLEZ R.

A. RUDÍN

J. F. ECHEVERRÍA

En la ciudad de San José, á las tres de la tarde del 15 de agosto de 1909.

Reunidos nosotros los infrascritos miembros del Jurado de Calificación del presente Certamen, en la oficina de la Dirección de Estadística Nacional, procedimos al cumplimiento de nuestro cometido en esta forma:

Examinadas atentamente las nueve composiciones poéticas que pa-

ra corresponder al número tercero del Certamen fueron presentadas, se resolvió por unanimidad de votos adjudicar el premio respectivo al autor del "Poema del Agua" por satisfacer en un todo las exigencias del concurso y por reunir las más notables condiciones literarias, á nuestro juicio, entre las presentadas. Hallándose suscrita dicha composición con la contraseña "Mater Natura" se trajo á la vista el pliego que contiene el nombre del autor, resultando serlo Lisimaco Chavarría.

En atención al mérito de las composiciones tituladas "Palabras de la Momia", "Los Carboneros" y "La Hurf del Pescador" resolvimos, también por unanimidad, distinguirlas con Mención Honorífica. Apareció ser autor de las dos primeras el mismo señor Chavarría y no se corrió el nombre del autor de la última, porque leída su tarjeta, creyó el Jurado que debía acceder á los deseos manifestados en ella, de serle devuelto el poema sin mencionar su nombre.

ALBERTO BRENES

R. BRENES MESÉN

J. M. ALFARO COOPER

(\*) Los nombres que corresponden á los pseudónimos indicados son, respectivamente, los de los señores Luis Matamoros, Enrique Jiménez Núñez y Manuel González Zeledón.

En la ciudad de San José, á las tres de la tarde del día veinte y ocho de agosto de mil novecientos nueve. Reunidos los trabajos del presente Jurado Calificador, en el mismo local en que se verificó la junta precedente, se dispuso, de común acuerdo:

**PRIMERO:** no adjudicar el premio destinado al mejor himno que se envíe al Certamen, por no reunir ninguna de las seis composiciones examinadas, los requisitos á que deben ajustarse los escritos de esa índole;

**SEGUNDO:** conceder el premio relativo á la novela, al autor de la que se denomina "A París", por ser la que más satisface,—entre las once presentadas,—las exigencias de la crítica literaria.

El nombre del autor es Carlos Gagini, según consta de la respectiva tarjeta;

**TERCERO:** como voz de aliento al autor de la novelita "La Propia",—en atención á las notables condiciones de observador que revela,—y al de la titulada "Pobre Manco", por los rasgos de sentimiento que animan su composición, distinguir esos trabajos con Mención Honorífica.

Son sus autores, respectivamente, Manuel González Zeledón y Gonzalo Sánchez Bonilla.

En esta forma los miembros del Jurado dan por terminada la comisión con que se sirvió honrarles el organizador de los "Juegos Florales".

ALBERTO BRENES

R. BRENES MESÉN

J. M. ALFARO COOPER

---

En la ciudad de San José á las dos de la tarde del 27 de agosto de 1909.

Reunidos nosotros los infrascritos miembros del Jurado de Calificación del presente Certamen, en la Oficina de la Dirección del Liceo de Costa Rica, procedimos al cumplimiento de nuestro cometido en la forma siguiente:

Examinamos detenidamente los ocho trabajos sobre el *Quinto Tema* del Concurso Científico Literario, que fueron presentados, se acordó por unanimidad de votos adjudicar el primer premio respectivo al autor que lleva el pseudónimo *Rogue*, y la Mención Honorífica al suscrito por *Cuore*, por ajustarse á las exigencias del Concurso y por presentar un conjunto de conclusiones, á nuestro juicio, muy aceptables.

Se abrieron las cubiertas que contenían los nombres de los autores y resultaron agraciados, respectivamente, los señores Solón Núñez y Enrique Jiménez Núñez.

El Jurado se complace en recomendar los demás trabajos, como esfuerzos muy dignos de estimación por las observaciones con que mutuamente se completan.

ARTURO PÉREZ

R. MTS. QUESADA

F. MONTERO BARRANTES

---

Reunidos en San José de Costa Rica, á las once menos un cuarto del día diez de setiembre de 1909, los infrascritos miembros del Jurado Calificador para el tema propuesto por la Sociedad Nacional de Agricultura sobre "Cultivo y propagación de las orquídeas ornamentales de Costa Rica", en el Concurso de los Juegos Florales



que se celebrarán bajo los auspicios de la revista *Páginas Ilustradas*,—y después de haber leído el único trabajo presentado en esta Sección del Concurso, por el señor don P. Biolley Constantine, bajo el pseudónimo "Héro Roca", el Jurado estima que dicho trabajo es acreedor al premio ofrecido por la Sociedad Nacional de Agricultura.

ALFREDO BRADE

WALTER J. FIELD

ENRIQUE JIMÉNEZ NÚÑEZ

## Documento

San José, C. R., setiembre 14 de 1909

*Señor Próspero Calderón*

San José

Muy señor mío:

Correspondo á la apreciable carta de V. de hoy, en que me avisa que no ha podido hacer uso de nuestro premio de ₡ 250 00 en conexión con los Juegos Florales de Costa Rica, y que en lugar de dedicarlo como primeramente se pensó, que quisiera entregar la cantidad al "Asilo de Infancia."

No hay objeción absolutamente por parte de nosotros é incluyo á V. el cheque correspondiente.

Soy de V. att<sup>o</sup> y s. s.,

E. J. HITCHCOCK,  
Administrador.



## Valor de las fuerzas hidráulicas en Costa Rica



Ingeniero Enrique Jiménez Núñez

nació en el pueblo de Guadalupe (hoy villa) el 27 de diciembre de 1862, y son sus padres el artista don Pilar Jiménez Solís y doña Melchora Núñez Gutiérrez.

En el Instituto Agrícola de Gembloux, Bélgica, obtuvo el título de Ingeniero Agrícola. Fue también alumno del Conservatorio de Música de Bruselas.

En la actualidad es profesor de Física en la Escuela de Farmacia y profesor de Agricultura, Tecnología Industrial y Geología en el Liceo de Costa Rica. Es también director, ad honorem, del Campo de Ensayos que la Sociedad Nacional de Agricultura tiene en Guadalupe, y que fue fundado por él, y es á la vez, miembro del Consejo Administrativo de dicha Sociedad. Pertenece á *The Theosophical Society*.

Se ha dicho durante mucho tiempo, y con razón, que el desarrollo de la civilización en general y de la industria de un país, en particular, estaban íntimamente ligados á la existencia en el país de yacimientos de hulla, de *energía fósil del sol*, según la expresión poética de M. Emile Reynier, utilizable como fuente de potencia mecánica en las máquinas de vapor. Los países en donde la hulla es abundante, como Inglaterra, los Estados Unidos, Bélgica, Francia, Alemania, el Japón, han visto su industria desarrollarse en el último siglo, que fué cuando realmente comenzó á usarse industrialmente la hulla, de un modo maravilloso. Los países que no poseían este primer motor tuvieron forzosamente que quedarse atrás. ¿Qué no puede hacerse en materia de industria en los Estados Unidos, en donde una tonelada de carbón mineral, capaz de producir la potencia de un caballo de vapor durante 33 días de 12 horas, no cuesta más de un dollar 50/100, ó sea menos de 5 centavos por día? Mientras la industria dependió únicamente de los yacimientos de hulla, nuestro país parecía destinado á permanecer estacionario. Dichosamente los maravillosos progresos realizados en la utilización

de la fuerza hidráulica y la transmisión eléctrica de la energía, han hecho variar por completo este estado de cosas. En el curso de este trabajo trataré de dar una idea de la enorme riqueza en fuerzas hidráulicas que existe en nuestro país. Si la supremacía industrial de un país está hoy ligada á la posesión de energía barata, de fuerzas hidráulicas en abundancia, el conocimiento de las nuestras nos da derecho á esperar un desarrollo agrícola é industrial que haría de Costa Rica la Suiza de Centro América.

El agua es la principal riqueza de las naciones. Ella es el medio circulatorio esencial de animales y plantas, de los que constituye el principal alimento; sin ella no hay germinación, metabolismo ni acción vital alguna. Ella es el principal elemento de la fertilidad de la tierra, es la base de la agricultura, mantiene los bosques, es factor que influye poderosamente en las condiciones del clima. El agua esculpe sin cesar la superficie de las rocas, las transforma en tierra vegetal y modifica el aspecto de nuestro globo. El agua es uno de los medios que sirven para acumular en la superficie de nuestro planeta la energía del sol. Si la hulla es energía fósil, el agua corriente es energía viva ó cinética del sol, *hulla blanca*, utilizable para todos los usos donde es necesario energía. Sin ella no habría más que desiertos y nuestro globo sería un planeta muerto. Los países en donde las condiciones locales—entre las cuales debe citarse en primera línea, la existencia de grandes reservas forestales,—aseguran la constancia y regularidad de las precipitaciones acuosas y que, además, poseen por su topografía especial, abundancia de torrentes, son verdaderamente ricos, aunque no poseyeran otras riquezas naturales. Costa Rica es rica por la fecundidad de su suelo;

rica por la abundancia de minerales que encierran sus entrañas; rica por la prodigiosa variedad de su flora; rica por la laboriosidad y eminentes virtudes cívicas de sus hijos; pero es riquísima por la abundancia de sus aguas corrientes y lo accidentado de su configuración topográfica. Toca á los particulares extender el campo de utilización de esta riqueza, y á los poderes públicos reglamentarla en beneficio de los intereses comunes y dar medidas para conservarla.

La determinación de la potencia hidráulica de Costa Rica es un problema en extremo complicado que puede resolverse de dos modos diferentes: 1.—*Determinación directa*, mediante la medida del volumen de las aguas corrientes y de su desnivel desde su punto de origen hasta los océanos; y 2.—*Determinación indirecta* y aproximada, basándose únicamente en las observaciones pluviométricas practicadas hasta ahora y en la medida de las principales alturas, á falta de una nivelación general.

#### I.— DETERMINACIÓN DIRECTA

La determinación directa de la potencia hidráulica de Costa Rica, requiere un gran acopio de datos y exigirá probablemente el trabajo de muchos años. Es necesario medir el volumen medio, mínimo y máximo de los ríos, uno por uno y por secciones, para determinar el aumento de caudal cada vez que reciben afluentes, y medir el desnivel ó caída utilizable. Con estos elementos se calcula la potencia en cada sección y la suma de todas ellas da la potencia utilizable en todo el curso del río, desde su origen hasta su desembocadura en el mar. El mismo trabajo llevado á cabo con todas las corrientes de agua del país, sinoptizado en un sólo cuadro daría la suma

total mínima, media y máxima de potencia hidráulica de Costa Rica. Como se ve, estamos lejos de poder hacer tan importante determinación y tenemos que contentarnos con una estimación aproximada, sin perjuicio de ir acumulando todos los datos que se vayan obteniendo para cálculos más exactos en el porvenir. En los Estados Unidos este estudio ha sido llevado á cabo de un modo muy completo, en muchas regiones, por diversos cuerpos técnicos, bajo la dirección del "Water Resources Branch of the Geological Survey."

La primera investigación relativa á la fuerza motriz utilizada ó en vías de serlo en Costa Rica ha sido llevada á cabo recientemente, por solicitud nuestra, por la Dirección General de Estadística. Los datos obtenidos hasta ahora son incompletos. La mayor parte de las personas de quienes se ha solicitado información no han respondido el cuestionario. Otras han dado datos incompletos. Los datos recibidos hasta ahora, junto con los que hemos podido obtener de otras fuentes, van condensados en los cuadros siguientes:

# Juegos Florales de Costa Rica

15 de Septiembre de 1909

PERSONAL DE "PAGINAS ILUSTRADAS" \* COMITE ORGANIZADOR \*



De izquierda a derecha, en los medallones: Don Lisandro Chavarría, poeta premiado con la Plor Natural y dos menciones honoríficas. « Don León Fernández Guardia, profesor de Historia en el Colegio Superior de Señoritas. « De pie: Don P. Noriega, empleado en el ministerio de Instrucción Pública. « Dr. Gustavo Michaud, profesor en el mismo Colegio, en el de Cartago y en la Escuela de Farmacia. « Don J. Fidel Tristán, Director del Colegio Superior de Señoritas. « Sentados: Don Anastasio Alfaro, Director del Museo Nacional, del Instituto Físico Geográfico y profesor del Colegio Superior de Señoritas. « Don Próspero Calderón, Director del Colegio de PAGINAS ILUSTRADAS y profesor del mismo Colegio y del Liceo de Costa Rica. « Don Daniel Ureña, Director de la Escuela de Tipografía para mujeres. — FOL. PAYSON BROWN

## Nº 1.—FUERZAS HIDRAULICAS

NOMBRES	LOCALIDAD	CLASE DE MOTOR	POTENCIA EFECTIVA EN H. P.	CAIDA EN METROS	OBSERVACIONES
Compañía de Luz Eléctrica y Tracción de San José	Anonos	Turbinas y Pelton	1100	45	Potencia eléctrica 450 k. w. Aguas Tiribj y María Aguilar
Compañía de Luz Eléctrica de San José y Heredia	El Brasil Río Segundo, Porrosaty	Ruedas Pelton	3280 884 1500	44 51.75 60	Potencia nominal 1360. Potencia eléctrica 659 kilowatts. Aguas del Río Segundo
Compañía de Luz Eléctrica de Cartago	—	—	—	50 75	Aguas del Río Agua Caliente Aguas del Río Reventado
Compañía de Luz Eléctrica de San Ramón	San Ramón	—	3000	—	Está en proyecto. Aguas Barranca y San Pedro
Compañía de Minas del Aguacate	La Cebadilla (Atenas)	—	5000	—	En proyecto. Puede obtener hasta 8000 H. P. Aguas del Río Grande de Tárcoles
Compañía de Campos Auríferos de Abangares	Distrito mineral de Abangares (Puntarenas)	—	—	—	—
Nicolás Chavarría Mora	Salto del Purisil, 2 1/2 km. al S. de Orosi	—	2113	111	Aguas de los ríos Guacimal y Surtubal. Potencia en uso 400 H. P.
—	Salto de Santiago	—	5000	220	Aguas del Río Macho. Canal de derivación 1500 metros. Altura del punto, 1524 metros
Dr. Daniel Núñez	Nuestro Amo	—	500 3500	180	En construcción. Canal de derivación construído de 1245 metros. Puede obtener hasta 20 H. P.
M. Sáenz	Tres Ríos	Rueda	4	2.40	La potencia llega hasta 47 H. P.
Dr. Carlos Durán	Tres Ríos	Turbina Omeiga	30	6.30	—
Guido von Schroter	La Laguna (Curridabat)	Turbina Omeiga	12	4.50	Puede aumentar la fuerza
Sin firma	Tres Ríos	Rueda	4 1/2	1.70	La potencia llega hasta 58 H. P.
Santiago Alvarado	Tres Ríos	Turbina Leffel	22	6	Puede aumentar 1/2 la fuerza
Paullo Ardó1 & Co.	San Marcos	Rueda	20	5.10	—
Passan	—	—	—	—	—

NOMBRES	LOCALIDAD	CLASE DE MOTOR	POTENCIA EFECTIVA EN H. P.	CAÍDA EN METROS	OBSERVACIONES
Vienen.....	.....	.....	.....	.....	.....
H. Rodríguez.....	El Molino.....	Turbina.....	.....	6.60	Puede obtener hasta 27 H. P.
M. J. Núñez.....	Guadalupe.....	Rueda hierro.....	18	4	Puede aumentar la potencia
José Traube.....	San José.....	Turbina.....	10	4	Puede aumentar la caída
Pedro Aguilar.....	Naranjo.....	Rueda Pelton.....	30	15	
Gmo. Niehaus.....	Hacienda Victoria cerca de Grecia.....	— — — de 1.20	20	15.60	Véase la nota del señor Niehaus (1)
F. Orlich & Co.....	Palmares.....	Rueda de M 9	50	9	
Santiago Fernández.....	.....	Rueda Pelton.....	10	.....	
Alberto González Soto.....	.....	Rueda.....	.....	3	
George A. Inksetter.....	.....	Turbina.....	54	8.23	Tiene en la misma corriente otro salto de metros 24.38
Roberto Esquivel.....	.....	.....	40	13	Puede aumentarla a 5 H. P.
Ricardo Rucavado.....	Heredia.....	Rueda.....	4	3.30	
Demetrio Iglesias.....	Guadalupe.....	Turbina.....	15	4.60	
José Manuel Herrera.....	Heredia.....	Rueda.....	10	4.60	
.....	.....	Pelton.....	10	30.50	
			28240		

(1)—Podría, dice el señor Niehaus, aumentar mi potencia hidráulica por los sigües tres medios; 1.—Protegiéndome la policía contra el robo del agua que en el verano se practica abiertamente; 2.—Evitando el Municipio de Grecia las quemadas en las fallas del Poás.

## FUERZAS HIDRAULICAS (SIGUE)

NOMBRES	LOCALIDAD	CLASE DE MOTOR	POTENCIA EFECTIVA EN H. P.	CAIDA EN METROS	OBSERVACIONES
R. Glutz.....	Vienen .....	.....	28240		
Benjamin E. Piza.....	Heredia.....	Turbina Leffel.....	25	8.50	Puede aumentarla á 5 H. P.
Manuel Alvarado.....	Cachí.....	Turbina.....	10	2.50	á 13 ó 14 H. P.
Juan Kumpel.....	La Eva, Sarchí.....	Amason.....	42	—	—
Lindo Brothers.....	Aquiales Turr.....	.....	56	—	(Véase nota n.º 1)
.....	Naranjo, Juan V.....	Rueda Pelton.....	9	—	—
.....	.....	.....	85	30.50	—
Pablo Torres.....	San José.....	.....	30	—	—
Ezequiel Gutiérrez.....	Las Cóncevas.....	.....	2	—	—
Juana V. de Echeverría.....	Río Segundo.....	Turbina Leffel.....	25	8	Puede aumentarla
Hte. Tourbon & Co.....	San José.....	francesa.....	4	2.70	Alimentada por una fuente
.....	Guadalupe.....	Rueda de 14 p.....	90	—	Canal mil metros Río Torres
.....	.....	Turbina Victor.....	18	4.20	Acequia de Guadalupe
.....	.....	Rueda.....	40	9	—
.....	San José.....	.....	15	—	—
.....	.....	.....	25	—	Río Torres
Total.....	.....	.....	28710		

Nota.—Se ha omitido deliberadamente en este cuadro el volumen de aguas gastado por los motores, pues los datos recibidos á este respecto son, en general, inexactos.

(1) Es posible mejorar la potencia mejorando la instalación. El señor Kumpel me hizo notar la conveniencia de que los poderes públicos obligaran á los particulares á utilizar el agua del mejor modo posible, sin desperdicio de ninguna clase, de manera á obtener de ella el máximo de eficacia. De este modo sobraría agua para otras aplicaciones de gran interés para nuestro país, sobre todo para el riego.

NOMBRES	LOCALIDADES	POTENCIA EN H. P.	COMBUSTIBLE	GASTOS POR AÑO
Ferrocarril al Pacífico.....	Talleres.....	25 y 30	Leña.....	550 cordadas de 100 pies cúbicos á € 6-75 cju. ó sean € 3712-00 al año, 67-49 por H. P. año
—	Locomotoras.....	9 en conjunto	—	550 cordadas de 100 pies cúbicos á € 6-75 cju. ó sean € 3712-00 al año, 67-49 por H. P. año
—	Talleres.....	—	—	550 cordadas de 100 pies cúbicos á € 6-75 cju. ó sean € 3712-00 al año, 67-49 por H. P. año
Northern Railway Co.....	Locomotoras: 57.....	57	Leña.....	2500 en la temporada de beneficio
Emilio Challe.....	San Vicente.....	35	Hulla.....	2 kilos por H. P.—hora
G. Matamoros.....	—	6	Leña.....	—
Amy v. de Klissock.....	—	16	—	€ 800-00
Guido von Schroter.....	La Laguna, Curridabat	40	—	500 carretadas en el benefi. € 1500-00
Gaspar Ortúño.....	La Simpatía.....	10	—	125 carretadas en la temporada
Walter J. Field.....	—	20	— y virutas.....	€ 2500-00
Marcial Alpizar y Hno.....	La Estrella (línea)	50	Aserrín y virutas.....	Sin valor
Chamberlain & Xirmach.....	S. Jancinto (Guápiles)	50 y 20	Leña.....	€ 450-00 en los tres meses de bene- ficio € 21-41 H. P. mes
Schroter sucesores.....	Beneficio "La Kkya"	7	—	40-00 al mes
Ercole Canossa.....	San José.....	4 ½	—	—
José Traube.....	—	25	Leña, bagazo y	—
Guillermo Niehaus.....	Hda. Victoria (Grecla)	50 y	casaca de café	900-00 al año
—	—	30	Leña.....	1200-00 al año
F. Orlich & Co.....	San Ramón.....	20	— y broza.....	—
—	Palmares.....	25	—	450-00
—	—	16	—	—
Yanuario B. Arroyo.....	San José.....	30	Gasolina.....	800-00
Alberto González Soto.....	—	4	Leña y bagazo.....	500-00
Lillie v. de Ross.....	—	30	—	—
C. W. Lohrengel.....	—	20	— y broza.....	—
Demetrio Iglesias.....	Guadalupe.....	40	—	250 á 300 carretadas en tres meses
Juana v. de Echeverría.....	Río Segundo.....	25	—	500 carretadas á € 7-50 cju.
Francisco Garrón.....	San José.....	10	—	300
Julio Sánchez Lépiz.....	—	60	—	€ 1050-00
Total.....	Total.....	637 ½		

## MOTORES ELECTRICOS

NOMBRES	LOCALIDAD	POTENCIA EN H. P.	COSTO
Prudencio Odio.....	San José.....	3	60-00 mensuales
G. Matamoros.....	—	15	5 00 diarios
Juan Arrea y Cosp.....	—	1 1/2	35-00 mensuales
María v. de Linaes.....	—	1	25-0 —
José Traubé.....	—	15	200-00 —
F. Orlich & C <sup>o</sup> .....	San Ramón.....	15	430-00 al año
A. González Soto.....	San José.....	2	144-00 —
A. Odio.....	—	5	84-00 al mes
Eloy González.....	—	2	40-00 —
Jorge Morales Bejarano.....	—	5	80-00 —
Pablo Torres.....	—	1	25-00 —
Alberto Rampazzini.....	—	2	40-00 —
Avelino Aistna.....	—	2	40-00 —
Wolf & C <sup>o</sup> .....	—	50	400-00 —
G. Steinworth & C <sup>o</sup> .....	—	0 1/2	4-00 —
Bertheau & C <sup>o</sup> .....	—	10	5-50 al día @ 1050-00 en 300 días de trabajo
Total.....		119 3/4	

A pesar de que los datos que estos cuadros contienen son incompletos y que faltan probablemente las tres cuartas partes de las fuerzas hidráulicas y de vapor que se están usando en nuestro país, ellos permiten, sin embargo, hacer las observaciones y conjeturas siguientes:

1.<sup>a</sup>—La potencia de los motores hidráulicos establecidos ó próximos á establecerse en Costa Rica alcanza probablemente á la cifra de 30 á 40 mil caballos de vapor y es 16 veces mayor que la potencia de los motores de vapor en uso en Costa Rica;

2.<sup>a</sup>—La potencia de las doce mayores fuerzas hidráulicas actualmente en uso ó en vía de utilización, alcanza á más de 28 mil caballos;

3.<sup>a</sup>—La mayor parte de los motores hidráulicos establecidos en Costa Rica lo han sido sobre saltos ó *caídas naturales* ó han exigido para su instalación pocas obras de arte, como las que se construyen actualmente en otros países para utilizar grandes fuerzas hidráulicas, particularmente grandes presas, túneles ó vastos canales;

4.<sup>a</sup>—Admitiendo que la fuerza hidráulica utilizada ó en vía de serlo en Costa Rica fuera de unos 40 mil caballos, esta potencia no representaría más que la sesenta y dosava parte de la potencia hidráulica utilizable en nuestro país, como se demostrará más adelante. La potencia utilizada actualmente es, en efecto, una fracción muy pequeña de la que se pierde sin cesar en todas nuestras corrientes de agua. Para convencerse de esto bastan los siguientes ejemplos, que tomo, al azar, entre un sin número que podría presentar. La Compañía de las Minas del Aguacate obtendrá de 5 á 8 mil caballos del Río Grande de Tárcoles, en un trayecto de solamente  $1 \frac{1}{2}$  ki-

lómetros mediante un canal cerrado de derivación de 1219 metros y un túnel de 305 metros. La potencia que reside en los 50 ó 60 kilómetros restantes del río, desde su origen al mar, es, por ahora, incalculable. El Doctor don Daniel Núñez ha obtenido del Río Segundo, mediante un canal de derivación de 1245 metros una potencia de 3500 á 7000 caballos de vapor. Este río está lleno de torrentes en casi todo su curso y la potencia que en él reside es enorme. Sobre este mismo río están establecidas las dos importantes plantas hidroeléctricas del Sr. Mendiola. Don Nicolás Chavarría podrá aumentar hasta 5000 H. P. la potencia de su Salto de Purisil mediante un canal de derivación de 1500 metros. Este Salto del Río Macho queda á una altura de 1535 metros sobre el nivel del mar y la potencia de estas aguas, suponiendo que su caudal no aumentara hasta su desembocadura en el mar, sería de 38125 H. P. efectivos. La humilde acequia que atraviesa la villa de Guadalupe y va á distribuirse por La Uruca y otros lugares, encierra una potencia de 100 caballos por kilómetro. Los señores Tournon & C<sup>o</sup> pueden sacar del Torres, casi seco en el verano, una potencia de 90 caballos, mediante un canal de derivación de 1000 metros. Casi no hay lugar en nuestro país en donde no pueda crearse, mediante obras adecuadas, una planta de fuerza hidráulica. En Costa Rica no hay aguas que se muevan mansas y silenciosas; todas corren y se despeñan. Y ese murmullo sordo y peculiar que sin cesar producen y que todos conocen, es la voz del Sol que canta y nos invita á utilizar su portentosa é inagotable energía. Nuestro país podría parecerse á la Suiza algo más que por sus montañas, si sus poderes públicos se preocuparan de promover la explotación

sistemática de las fuerzas que, como en aquel país incomparable, abundan en el nuestro.

Dijimos que la determinación directa del valor de nuestras fuerzas hidráulicas necesitaría un enorme trabajo de nivelación y medida, por secciones, del volumen medio, mínimo y máximo de todas nuestras corrientes de agua. Tal trabajo tendrá que ser hecho por un cuerpo de ingenieros bajo la dirección de una oficina del Estado.

La energía que reside en las corrientes de agua puede estimarse de varios modos y es evidente que la fuerza más útil es la que se obtiene de un modo continuo en la época de mayor sequía. Tal fuerza se designa con el nombre de "poder mínimo ó primario" del agua que se considera. Frecuentemente el período de mínimum de volúmen de las aguas es corto, de modo que los ríos, durante la mayor parte del año, producen mucho más que el poder primario. Este poder en exceso, llamado "poder secundario," puede ser utilizado en aplicaciones que no necesitan de fuerza durante todo el año y es por lo tanto de mucho valor. Uno de los más importantes estudios previos á la instalación de plantas de energía hidráulica, es determinar el límite hasta donde el poder secundario puede, económicamente, ser desarrollado y utilizado. En algunas circunstancias, cuando las condiciones de configuración de los terrenos lo permiten, es posible crear con poco costo, grandes depósitos ó inmensos lagos artificiales que permiten almacenar, para la época de la sequía, las aguas que se habrían perdido durante las grandes lluvias. Tales obras se han construido en varias partes del mundo, pudiendo, entre las más célebres, citarse la presa de la Gileppe en Bélgica y la de Assouan en el Egipto. En este caso el poder primario, llamado en-

tonces "poder total," se aumenta considerablemente.

## II—DETERMINACIÓN INDIRECTA

El valor aproximado de nuestra potencia hidráulica puede determinarse indirectamente multiplicando el peso del *volumen medio* del agua que corre normalmente en un segundo sobre la superficie de nuestro territorio, por la altura de donde cae ó lo que es lo mismo, multiplicando el peso del agua que corre por la *altura media*, según la fórmula

$$\text{Potencia} = \frac{P}{2} \times H = P \times \frac{H}{2} \text{ kilogrametros por segundo}$$

Para la solución de este problema es necesario conocer: 1.—La superficie actual del territorio de Costa Rica; 2.—La altura media de lluvia que cae en un año en nuestro país; 3.—La proporción que de esta lluvia es retenida por la tierra y sirve para alimentar las fuentes, mantener el caudal normal de nuestras corrientes y producir lo que podemos considerar como "poder primario"; 4.—La altura media de donde esta agua cae hasta verse en los océanos.

No siendo posible prever cuál será para nuestro país el resultado final del Laudo Loubet que fija como límites de nuestro territorio con la vecina República de Panamá, la punta Carreta, siguiendo las estribaciones de la Cordillera hasta el nudo de Chirripó y desde allí en línea recta hacia el Sur, hasta el centro de la punta Burica, con lo cual perdería Costa Rica unos 6 mil kilómetros cuadrados de su territorio, debemos, para que nuestro cálculo no resulte exagerado, considerar tal Laudo como definitivo. La antigua superficie de Costa Rica, de 54000 kilómetros cuadrados queda así

reducida á 48000 y esta cifra servirá de base á nuestro cálculo.

La altura media de la lluvia que cae en un año en Costa Rica no puede conocerse con certeza absoluta por falta de estaciones pluviométricas establecidas en todo el país. Solamente en el Observatorio Meteorológico de San José se han practicado observaciones con regularidad durante veinte años, que permiten obtener un promedio digno de confianza. Las estaciones de Tres Ríos, Agua Caliente, Turrialba, Limón, Nuestro Amo y otras han funcionado con irregularidad. Sin embargo, como no podemos razonable-

mente aspirar más que á una simple aproximación y estando San José situado en un punto casi céntrico con relación al territorio, creo que no se cometerá gran error en considerar la altura media de lluvia caída en San José en diez años como la altura media de lluvia de todo el país. El siguiente cuadro, recientemente calculado por el Observatorio Meteorológico, da la lluvia caída en San José de 1898 á 1907 y arroja como término medio de los diez años la cifra de 1764.9 milímetros de lluvia, la cual adoptaremos también para nuestro cálculo:

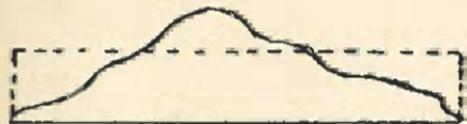
### LLUVIA CAIDA EN 10 AÑOS

MESES	1898 mm.	1899 mm.	1900 mm.	1901 mm.	1902 mm.	1903 mm.	1904 mm.	1905 mm.	1906 mm.	1907 mm.	Término medio
Enero . . . .	9.4	43.2	4.3	3.9	5.2	4.9	62.8	2.5	0.8	..	14.0
Febrero . . . .	..	4.3	..	8.6	17.3	0.3	17.3	..	4.6	1.5	7.7
Marzo . . . .	6.6	39.5	20.6	24.4	25.0	2.2	55.0	29.2	0.8	1.8	20.3
Abril . . . .	53.0	39.2	79.4	0.8	41.3	34.8	78.5	19.8	107.0	..	45.3
Mayo . . . .	217.9	64.6	175.9	128.9	335.1	370.9	234.2	207.8	146.3	100.7	198.2
Junio . . . .	396.0	212.2	505.2	283.6	179.5	240.2	334.5	258.9	446.4	282.1	325.9
Julio . . . .	225.6	400.5	398.0	381.0	163.3	212.8	129.7	108.0	244.1	201.4	246.6
Agosto . . . .	339.6	259.7	79.6	341.6	115.5	392.0	186.6	202.8	217.1	129.5	214.9
Septiembre . . . .	346.9	152.8	260.3	431.8	227.8	249.7	202.8	272.2	212.6	196.8	255.3
Octubre . . . .	297.2	171.5	424.1	478.0	188.1	300.6	202.5	320.4	272.6	247.2	290.2
Noviembre . . . .	112.2	177.1	231.9	122.7	94.6	65.4	70.9	76.4	56.8	100.8	117.4
Diciembre . . . .	1.5	9.3	27.7	25.2	2.4	133.4	39.0	52.9	18.6	25.3	33.5
Totales . . . .	1990.7	1457.1	2184.1	2290.5	1425.1	2098.4	1627.8	1360.9	1727.7	1287.1	1764.9

Conocida la lluvia que cae en un año, es necesario determinar la proporción que de esta agua se evapora, la que corre por la superficie durante y después de los aguaceros, produciendo torrentes é inundaciones y la que es efectivamente retenida por la tierra, sirve para alimentar las fuentes y crear el poder hidráulico primario de nuestro país. Estas tres porciones que los meteorólogos norteamericanos designan con los nombres de *fly off*, *run-off* y *cut-off* porciones del agua de

lluvia son determinadas con rigurosa exactitud por las numerosas estaciones meteorológicas establecidas en los Estados Unidos. En Costa Rica carecemos de datos para conocerlas. De las pocas observaciones que sobre la evaporación se poseen puede presumirse que se evapora el 40 ó 50 por ciento del agua que llueve. En cuanto al *run-off* no hay dato alguno hasta la fecha. Lo único que sabemos con entera certeza, es que la parte corriente del agua, es decir, la que se desperdicia formando

las grandes crecientes y desastrosas inundaciones aumenta con la tala de los bosques. En vista de esta carencia absoluta de datos en qué fundar un cálculo, he creído que puede procederse por analogía con lo que han observado en los Estados Unidos. Según el señor William J. Mc. Gee LL. D., Secretario de la U. S. Inland Waterways Commission, en su obra "Water as a Resource," de la cual he tomado algunas notas para el presente trabajo, de la cantidad total de lluvia de los Estados Unidos más de la mitad se evapora, próximamente un tercio fluye al mar y un sexto es absorbido. En nuestro país, siendo las lluvias más intensas que en los Estados Unidos y más accidentada la superficie, es probable que la cantidad de agua retenida por el suelo, sea una proporción aun menor del total de agua de lluvia. Fundado en esta conjetura he admitido para mi cálculo que la cantidad de agua retenida por el suelo en nuestro país, la productora de nuestro poder hidráulico primario sea solamente el décimo de la lluvia total.



La determinación de lo que pudiera considerarse como altura media de Costa Rica también presenta dificultades. Geométricamente la altura media de una sección transversal de nuestro territorio, sería la altura del rectángulo de igual superficie que la sección que se considera. Tomando la altura media de muchas secciones transversales de nuestro territorio y sacando el término medio de todas ellas se obtendría, con mucha aproximación, la altura media de toda la República. No teniendo elementos suficientes para hacer esta

operación, he hecho una determinación aproximada de la altura media de la República tomando el promedio de las 210 alturas publicadas por el Profesor Tristán, en el número 9, año I del Boletín de la Sociedad Nacional de Agricultura, determinadas por Oersted, Galindo, Dr. Franzius, Seebach, Prof. Pittier, Sapper, Prof. Biolley, Gutiérrez, Prof. Tristán y los ingenieros del Ferrocarril Intercontinental. Esta altura media es de 1005 metros. Para nuestro cálculo tomaremos solamente mil metros.

Con estos elementos podemos calcular la potencia hidráulica primaria de nuestro país, del modo siguiente:

Superficie actual de Costa Rica = 4800 kilómetros cuadrados ó sean 4.800,000 hectáreas.

Luvia media anual de Costa Rica = 1765 milímetros.

Agua caída en un año en una hectárea = 10000 mt.  $\times$  1765 = 17650 metros cúbicos ó sean 17,65 kilostéreos.

Lluvia caída en un año en las 4.800,000 hectáreas de Costa Rica, = 4.800,000  $\times$  17,65 = 84.720,000 kilostéreos.

Admitiendo que solamente el décimo de esta lluvia sea retenido por el suelo, esta cantidad será de 8.472,000 kilostéreos que alimentarán permanentemente y normalmente todas las fuentes de la República.

Teniendo el año 31.563,000 segundos, la cantidad de agua que fluye de las fuentes de la República en un segundo sería:

$8.472,000 \div 31.563,000 = 0,2684$  kilostéreos, que pesan 268400 kilogramos.

Potencia mecánica teórica de esta masa de agua cayendo de una altura de mil metros =  $268400 \times 1000 = 268.400,000$  kilogrametros por segundo.

Potencia efectiva, admitiendo que

los motores hidráulicos tengan un rendimiento mecánico de 75 o/o =  $268.400,000 \times 0,75 = 201.300,000$  kilogrametros por segundo.

Potencia efectiva primaria de las aguas de Costa Rica en caballos de vapor  $201.300,000 \div 75 = 2.684,400$  caballos de vapor.

Po temos pues, admitir que el poder primario de las aguas de Costa Rica alcanza, en números redondos, á la suma de dos y medio millones de caballos de vapor. Este poder primario excede sesenta veces el trabajo mecánico usado actualmente en Costa Rica, comprendiendo la energía mecánica gasta la por todos los ferrocarriles del país, y podría mover toda máquina, impulsar todo carro, transportar toda mercadería, calentar todo hogar, iluminar toda ciudad, villa ó pueblo de la República.

El valor comercial de un caballo de vapor durante un año puede estimarse en 150 á 200 colones, de modo que nuestra potencia hidráulica primaria, es decir, la que puede obtenerse sin interrupción durante todo el año, tiene un valor anual de 375 á 500 millones de colones. Resultan así nuestras fuentes algo más que ondas plateadas llenas de misteriosos murmullos, donde se bañan las ninfas; son en realidad un receptáculo colosal de riqueza para nuestro país, superior en valor á todas nuestras riquezas agrícolas, minerales é industriales juntas y que bien merece ocupar la atención de los patriotas costarricenses y que reclama de parte de los poderes públicos, medidas que aseguren su conservación y regulen, fomenten y desarrollen su empleo, como las que rigen en Suiza, que ha emprendido de algunos años á esta parte, la tarea de atraer metódicamente hacia su territorio todas las industrias que sean capaz de alimentar sus inmensas fuerzas hidráulicas, con lo que

se propone, deliberadamente, conquistar la supremacía industrial en Europa.

En cuanto al poder secundario de nuestras corrientes, es incomparablemente mayor y es, por ahora, imposible de calcular. El poder total que podría obtenerse en los lugares en donde la configuración del terreno permitiera crear fácilmente vastos lagos artificiales, sería aún mayor y evitaría por otra parte la acción devastadora de las corrientes.

Estos cálculos, aunque fundados en bases que no tienen un carácter de absoluta certeza, no tienen, sin embargo, nada de fantásticos y nos dejan ver claramente la intuición que tuvieron los primeros colonizadores al bautizar á este querido rincón de Centro América con el nombre de "Costa Rica."

Evidentemente, toda nuestra potencia hidráulica primaria de dos y medio millones de caballos de vapor no es susceptible de utilización inmediata, pero lo será cuando las demandas hayan aumentado á tal punto que sea permitido ejecutar costosas obras de captación que hoy día serían injustificables.

### III—¿QUÉ DEBEMOS ESPERAR DE LA INICIATIVA PRIVADA Y DE LA DEL GOBIERNO, Á FIN DE QUE COSTA RICA SAQUE EL MAYOR PROVECHO DE SUS FUERZAS HIDRÁULICAS?

Si en los límites de mi poder estuviera el cambiar el modo de ser de los costarricenses, lo primero que yo les infundiría sería un poderoso espíritu de unión y confianza en la eficacia de los esfuerzos unidos, que constituye el poder de tantos otros pueblos y es casi desconocido entre nosotros. La utilización industrial de nuestra potencia hidráulica no será posible antes de que en nuestro pueblo se haya desenvuelto ese espíritu que tantas maravillas está realizando en otras partes.

Todas las grandes empresas industriales y agrícolas que se han llevado á cabo en Costa Rica con capitales extranjeros, pudieron haberse realizado por costarricenses. Los capitales no hacen falta tanto como el espíritu de unión. Esta falta de solidaridad hace que tanto los particulares como los poderes públicos,—que dan franquicias y grandes concesiones á las compañías extranjeras,—obstaculizan frecuentemente las empresas nacionales. Si hubiera más espíritu de unión entre nosotros la transformación agrícola, industrial y económica de nuestro país, mediante la utilización en grande escala de nuestras fuerzas hidráulicas sería obra de pocos años.

Las aplicaciones de la energía hidráulica distribuida eléctricamente á distancia, son innumerables y sería necesario mucho más espacio de lo que permiten los límites de este trabajo para ocuparme de ellas. Por esto me limitaré á señalar las que en mi concepto serían de más favorable influencia para nuestro país.

La primera sería la *electrificación de los ferrocarriles*. Con locomotoras movidas eléctricamente el servicio que prestan los ferrocarriles sería más intenso, más rápido, seguro y económico. Las nueve locomotoras del Ferrocarril al Pacífico, de una potencia nominal de 80 á 250 caballos, no rinden, alimentadas con polvo de carbón y tierra ó leña mojada, más que una potencia insignificante é insuficiente para asegurar un servicio regular. La fuerza hidráulica de 3,500 caballos captada del Río Segundo por el Dr. Núñez podría hacer circular en la línea del Pacífico 35 locomotoras de 100 caballos, ó 17 de 200 caballos de potencia. La longitud total de la transmisión eléctrica hasta Puntarenas sería de poco más de 80 kilómetros. Las condiciones técnicas de la transmisión

de la energía serían absolutamente perfectas y económicas. Los ingenieros americanos fijan en 150 millas ó sean unos 241 kilómetros el límite de la transmisión eléctrica de la energía.—Esta es más que la distancia comprendida entre Puntarenas y Limón, pero hay transmisiones que funcionan satisfactoriamente á distancias mucho mayores. El record de la transmisión de la energía a distancia lo detiene la "Ontario Power Co.", que toma su potencia á las cataratas del Niágara y tiene en construcción una planta que debe transmitir 30 mil kilowatts á 480 kilómetros, por una canalización en aluminio, á cien mil volts. En Europa se proyecta transportar á París más de 100,000 caballos tomados á las cataratas del Ródano, á 120,000 volts y en una distancia de más de 400 kilómetros.

El Ferrocarril del Norte puede también ser electrificado y para ello la Compañía interesada no tendría más dificultad que el embarazo de la elección entre las muchas fuerzas que podría utilizar.

El empleo de la tracción eléctrica para los ferrocarriles ha hecho en estos últimos años grandes progresos en gran número de países. W. G. Kapp de Londres, en una sabia conferencia ha estudiado el movimiento verdaderamente mundial de la electrificación de los ferrocarriles. El gobierno italiano votó en su último presupuesto un crédito de 70.000,000 para la electrificación de 500 kilómetros de líneas. En Suiza una comisión nombrada en 1904 estudió la cuestión de la electrificación de todos sus ferrocarriles. En Suecia el Estado posee actualmente 50,000 H. P. de potencia hidráulica, destinados á la electrificación de 2,400 kilómetros de líneas ferrocarrileras. En Estados Unidos, donde la tracción eléctrica funciona desde hace 23 años se le consagra un capital de 3,500,000,000 de

dólares, contra 14,000,000,000 utilizados en la tracción á vapor. Alemania estudia actualmente un proyecto de electrificación de los ferrocarriles bávaros, que utilizaría las caídas del Lech. El Gran Ducado de Baden se propone electrificar sus ferrocarriles para lo cual piensa captar entre las caídas del Rin, Escafusa y Brisach una potencia de 1800 caballos. En Suiza el ferrocarril eléctrico de Friburgo—Morat—Anet, construido por la compañía Oerlikon funciona á la perfección.—El Ferrocarril de la Jungfraü que se eleva en el macizo del Oberland bernés á 4167 metros y permite gozar á los turistas uno de los más grandiosos panoramas de la tierra, es también un notabilísimo ejemplo de la aplicación de la energía hidráulica á un ferrocarril eléctrico de montaña. En el Japón, la compañía de fuerza eléctrica Ujikawa, con un capital de 50 millones de francos, producirá una potencia hidroeléctrica de 40,000 H. P. que serán distribuidos en la región de Kioto. Por otra parte el ferrocarril de Hanshü será explotado eléctricamente.

Estas pocas citas demuestran que si aun en los países productores de hulla están electrificando sus ferrocarriles, con mayor razón debiéramos hacerlo nosotros, que teniendo una enorme riqueza de potencia hidráulica, somos tributarios de los Estados Unidos por el carbón que consumen nuestras locomotoras.

La segunda aplicación trascendente de la energía hidráulica en nuestro país, sería la *electrificación de nuestros caminos rurales*. Quiero con esto significar la transformación de nuestros caminos rurales de tierra en vías férreas angostas y económicas en las que circularían carros diminutos movidos eléctricamente. El tranvía eléctrico de vía angosta, de 60 centímetros solamente entre rieles, es, en mi concepto,

el único camino posible en Costa Rica, el único práctico, útil y económico. Con él nuestra agricultura tomaría rápidamente un incremento prodigioso, que modificaría profunda y favorablemente nuestro estado económico y social. Con nuestro sistema actual de caminos de tierra, intransitables é inútiles después de los primeros aguaceros, tendríamos que permanecer estacionarios durante mucho tiempo. Sin caminos no hay agricultura, ni comercio, ni industria, ni desarrollo alguno de riqueza posible. Las enormes sumas de dinero y energías que las juntas itinerarias de Costa Rica gastan anualmente en composiciones de caminos de tierra, son lastimosamente perdidas. Estamos tratando de hacer lo imposible. Si tales caminos fueran prácticos ya habríamos encontrado en tantos y tantos años de experiencia el modo de hacerlos, pero el hecho es que apenas comienza la estación lluviosa los diversos pueblos de la República quedan poco menos que incomunicados. Yo sostengo que con lo que se desperdicia anualmente en los caminos de tierra, podrían construirse travías eléctricas de vía angosta verdaderamente útiles, durables y económicos.

El prototipo de los ferrocarriles de vía angosta es el Decauville. Este ferrocarril difiere de los grandes ferrocarriles en el principio de la *división de las cargas y su fraccionamiento*. La vía se compone de elementos, en forma de escalas, rectas, curvas ó combinadas para formar cruzamientos y responder á todas las necesidades del uso. Estos elementos en rieles de acero, solidarios con durmientes de la misma sustancia, de un peso de 4, 5, 7, 9, 12 y 15 kilogr. por metro línea, son portátiles y se colocan y quitan con la mayor facilidad. Esta vía es no solamente de una extrema solidez, sino



sobre todo de gran estabilidad á causa de reposar igualmente sobre el suelo por la plantilla de los rieles y los durmientes, lo que le impide hundirse, aun en los suelos tan húmedos que no permiten la circulación de animales.

Los ferrocarriles eléctricos de vía de 60 centímetros serían en nuestro país de triple utilidad: 1—Servirían para el *transporte* de viajeros, mercaderías y animales, exactamente como en los grandes ferrocarriles. Esto lo demostraré con ejemplos más adelante; 2—Serían un *auxiliar* poderoso para la construcción de calzadas ó de grandes vías férreas, permitiendo un *transporte* rápido y económico de materiales; 3—Servirían de camino de *penetración* á los puntos retirados de nuestro país, como el Puriscal, Santa María de Dota, el Valle del General, San Carlos, etc. Así los han empleado los belgas en el Congo, con un éxito maravilloso.

Los ferrocarriles de vía angosta con su material rodante de carritos, que parecen juguetes, desempeñan en muchos casos la misma función que los grandes ferrocarriles. En Inglaterra, Francia y otras partes del continente europeo; en Asia, Africa, América y Australia están en uso. He aquí algunos ejemplos: la línea angosta de Festiniog, en el país de Gales, ha funcionado durante más de medio siglo. La velocidad de los trenes es de 50 kilómetros por hora; la explotación 12 horas diarias; el tráfico medio 700 viajeros y 550 toneladas de mercaderías por día. La línea de 60 centímetros, de Caen á Luc y á Dives-Cabourg decretada por el Consejo General del Departamento de Calvados en 1891 tiene una longitud de 39 kilómetros y ofrece al público hasta 32 trenes por día. El servicio no deja nada que desear. Los trenes de 5 carros pueden transportar 250 viajeros y equipajes en rampas de 3 0/0 y curvas de 25 metros de radio.

Pueden transportar, además, mercaderías y animales en carros de 10 toneladas. Fué tal el éxito de esta línea que el Consejo General del Departamento de Calvados decretó en 1892 que todas sus líneas férreas de interés local, que alcanzan á varios centenares de kilómetros, serían de 60 centímetros de ancho.

El Gobierno ruso empleó para la guerra del Turkestan, un portátil Decauville de 106 kilómetros de longitud de 50 centímetros de ancho y rieles de 7 kilos de peso por metro lineal. Sobre esta vía circularon 500 vagones de pasajeros y viveres y dos locomotoras de 2 1/2 toneladas. Esta vía fué puesta desde el puerto de Michailow sobre el Mar Caspio hasta Aidin y Kizil Arvat y sirvió para manutención de agua, viveres y municiones del ejército, dando los más satisfactorios resultados.

El ferrocarril Decauville de Túnez, entre Soussa y Kairouan tiene una extensión de 65 kilómetros, ancho de la vía 60 centímetros, rieles de acero de 9 1/2 kilos. El trayecto de esta vía está sembrado de montículos y valles con pendientes hasta de 5 0/0. Parte del terreno son pantanos que se inundan durante las lluvias; sobre esta línea circularon 125 vagones de tipos variados. Este ferrocarril, establecido con un fin puramente militar continúa funcionando y el número de vagones que circulan en él, entre Soussa y Kairouan, pasa actualmente de 150.

El ferrocarril Decauville de vía angosta establecido en la Exposición Universal de París de 1889 trasportó de la Explanada de los Inválidos al Campo de Marte, varios millones de viajeros en un trayecto de cerca de tres kilómetros. La velocidad de los trenes fué de 15 kilómetros por hora. El terreno recorrido era muy accidentado, con rampas de 2 1/2 0/0 y curvas de 43 metros de radio. Tal ferroca-

rril fué una verdadera lección objetiva que mostró la enorme capacidad y utilidad de estos minúsculos ferrocarriles. Creo inútil multiplicar los ejemplos, pero no debo dejar de señalar una preciosa cualidad del ferrocarril de vía angosta, la que constituye su principal ventaja: la de permitir el empleo de curvas de radio muy reducido, de modo que la línea puede abrazar casi completamente todas las sinuosidades del terreno más accidentado. Así se evitan los rellenos elevados ó los viaductos en el paso de las hondonadas, los cortes profundos y túneles. Si es necesario pasar de un lado al otro de un valle muy estrecho esto es posible á la vía angosta y á menudo una dificultad insuperable á la vía ancha. Si se trata de pasar una cresta el trazo á pequeños radios se contornea; vuelve sobre sí mismo en bucles y se alarga lo suficiente para ganar la diferencia de nivel, mientras que todo esto es imposible en la vía normal, por su rigidez, á menos de ejecutar obras á veces de mucho costo. En la línea entre Tournon y Lamastre (Ardèche) la adopción de la vía angosta ha permitido suprimir tres kilómetros de túneles y tres puentes.

La construcción de líneas eléctricas angostas presentaría poca dificultad. Bastaría nivelar una trocha de un metro de ancho y colocar simplemente los tramos de rieles y con sus durmientes remachados de acero sobre el suelo. Los durmientes de acero son durables y económicos. Los de madera, dispendiosos en los países templados son ruinosos en los cálidos. La línea puede colocarse aún sobre terrenos blandos, es de gran solidez y casi no necesita calzarse. En cuanto á su precio es muy reducido. La línea de 60 centímetros de ancho, en tramos de 5 metros, con 6 durmientes por tramo y rieles de 9 1/2 kilos por metro lineal cuesta en la fábrica Decauville, en Pe-

tit-Bourg (Seine et-Oise) de 7500 á 8000 francos por kilómetro; con ocho durmientes por tramo consta de 8550 á 9100 francos por kilómetro; con rieles de 15 kilos por metro y 5 durmientes por tramo cuesta de 13200 á 13700 francos. La línea con seis durmientes por tramo cuesta de 14250 á 14750 francos por kilómetro y con 7 durmientes por tramo de 15250 á 15750 francos por kilómetro. En esta última línea pueden circular carros cargados á razón de 5500 kilos por eje.

El material rodante consta de carros de primera, segunda y tercera clase, que pueden tener todo el confort de los de las grandes compañías, carros especiales para el transporte de animales y carros de forma variadísima para mercaderías, materiales de construcción, maderas, etc. Muchos de ellos, de vuelco, permiten descargar su contenido sin trabajo. En cuanto á la electrificación de la vía, esta puede realizarse de dos modos. Ó bien los carros automotores reciben la corriente directamente por un trolley ó bien son accionados por baterías de acumuladores colocados bajo los asientos ó en tenders especiales remolcados por los carros motores. El primer sistema es más simple, más perfecto, permite tener sin sobrecargo carros de gran potencia, pero debe ser instalada con esmero, con postes metálicos poco espaciados; la línea férrea debe ser arreglada especialmente para el retorno de la corriente, que no puede ser de alto voltaje, lo que requiere conductores costosos. El sistema por acumuladores puede funcionar con líneas de transmisión económicas á alto potencial instaladas á la rústica y sobre postes de madera ó sobre los árboles de la montaña. El uso de conductores en aluminio que tiende á generalizarse permite colocar los postes á distancia de 150 metros. Este sistema sería en mi

concepto, ideal, para nuestros caminos rurales, donde aseguraría el tráfico y evitaría las paradas debidas á falta de corriente ó interrupción de la línea. Las baterías de acumuladores estarían colocadas en posición invariable sobre tenders. El trabajo mecánico de las caídas de agua sería transportado por corrientes de alto potencial á estaciones de transformación y carga de los tenders de acumuladores colocados cada cincuenta kilómetros. Dada la poca intensidad de nuestro tráfico local bastaría que los carros automotores tuvieran una potencia de 30 á 50 H. P. y esto puede ser ampliamente asegurado, para un tráfico de 50 kilómetros, con acumuladores. Agotada la energía de un tender bastaría enganchar al carro motor, otro recién cargado, operación que podría verificarse en pocos segundos. La compañía Decauville ha construído carros automotores eléctricos con acumuladores que aseguran la marcha por 50 kilómetros á una velocidad de 12 por hora. Su costo es de 13 á 14 mil francos.

Un distinguido hombre público ha dicho que el único camino útil en Costa Rica es el calzado con piedra. Y tiene razón. Los caminos de tierra son inútiles y el dinero que en ellos se gasta es como botado al agua. He visto muchas veces, en las inmediaciones de San José, pasar los transeuntes por ciertos puntos colgados de los árboles de las cercas ó por dentro de los potreros. Frecuentemente ha habido que sacar con cables y yuntas de bueyes, bestias y carretas de los fangos de los caminos públicos. ¿Por qué no abandonar la antigua rutina de botar el dinero y no entrar resueltamente por el camino del progreso? Sin alterar sustancialmente nuestro sistema de detalles itinerarios, creo que podrían irse construyendo secciones de ferrocarriles eléctricos angostos, cuyo costo sería poco á poco

amortizado con los productos de los mismos y con los fondos creados por las juntas iteneitarias. Los capitales necesarios podrían ser obtenidos por empréstitos de los municipios ó por la *cooperación y asociación de los particulares interesados*. Un hermoso ejemplo de esta asociación nos muestra el distrito de Cloppenburg en el gran Ducado de Oldenburgo con la construcción, por iniciativa privada, del llamado ferrocarril campesino de Cloppenburg á Lindern. La línea de 25 kilómetros ha sido construída en poco más de 6 meses, por la iniciativa y con capitales de los campesinos interesados. El costo de la instalación, hecha con un alto interés personal, ha resultado muy reducido y el resultado final de la empresa del todo satisfactorio. El efecto del establecimiento en nuestro país de vías férreas eléctricas durables que permitieran una comunicación permanente y rápida con los lugares en donde abundan las tierras fértiles no explotadas aún, sería incalculable. Esas vías abrirían indudablemente un campo vasto á las energías de tantos hombres de talento y capacidades que se estancan, cuando no se corrompen en la empleomanía de las ciudades.

De las otras aplicaciones posibles de la energía hidráulica transmitida eléctricamente, como son el empleo como fuerza motriz en fábricas y talleres, el alumbrado, la calefacción, la aplicación á los trabajos agrícolas, á las industrias químicas, á la extracción en minas, á la metalurgia, etc., poco diré por exigirlo así el cuadro de este trabajo y las condiciones del presente certamen; son bien conocidas las innumerables aplicaciones que de la energía hidroeléctrica se han hecho en todas partes del mundo y todos los días se hacen y se descubren nuevas. Entre éstas, las que son más susceptibles de desarrollarse, son la aplicación como potencia motriz

en fábricas y talleres y para mover máquinas agrícolas, beneficios de café, trilladores de granos, extractores de fibras, máquinas elevadoras de agua para el riego y aún las grandes máquinas de cultivar la tierra. La extensión del alumbrado eléctrico es un hecho que se acentúa cada vez más entre nosotros. La aplicación á la calefacción en el hogar doméstico y en ciertas industrias como la de la panadería ya es general en otros países y lo sería también entre nosotros si las empresas eléctricas dieran la energía en condiciones aceptables á los consumidores.

Para terminar este estudio véamos qué medidas podría tomar el Estado á fin de que Costa Rica saque el mejor provecho de sus fuerzas hidráulicas.

Estas medidas, en mi concepto, deberían ser conducentes á los fines siguientes:

1°—A la *conservación* de nuestra potencia hidráulica;

2°—Al *fomento de la utilización* de las mismas;

3°—A regular su *buena utilización*.

4°—Medidas *legislativas* que declarando las fuerzas hidráulicas de nuestro país como una riqueza de utilidad pública, coloquen su utilización bajo la dirección y supervigilancia del Estado.

Siendo el agua la principal riqueza de las naciones, es deber del Estado el conservarla por cuantos medios estén á su alcance. Hemos visto que de la mayor ó menor abundancia de agua de una región depende su habitabilidad. La potencia hidráulica depende de la existencia permanente de masas importantes de *aguas elevadas*. La conservación de estas aguas elevadas depende de factores diferentes, según la latitud de países que se consideren. En las zonas templadas y frías la conservación de las aguas meteóricas tiene lugar, de un modo natural, por la acumu-

lación de nieves y hielos en las cumbres y flancos de las montañas. Estos hielos perpetuos son la fuente inagotable de los torrentes que se utilizan como productores de energía. En los países cálidos, la conservación de las aguas elevadas y de la regularidad del curso de los ríos dependen sobre todo de la permanencia de los bosques en las crestas y flancos de las montañas. La destrucción inconsiderada de los bosques está produciendo, además de muchísimos otros males, el aniquilamiento gradual de nuestras fuerzas hidráulicas. Este hecho se deja sentir de un modo notable. El señor Niehaus, respondiendo al cuestionario de la Dirección General de Estadística, dice: "podría aumentar mi potencia hidráulica evitando el Municipio de Grecia, las quemas en las faldas del Poás" La tala de los bosques altera, además, desfavorablemente, las condiciones del clima, hace disminuir la regularidad de las lluvias, produciendo las alternativas de prolongadas sequías y grandes y devastadoras inundaciones, favorece la degradación, por erosión, de los terrenos y acaba con la fertilidad de la tierra. En Costa Rica tenemos de esto una enseñanza en extremo sugestiva. Cada año se acentúa el daño que las inundaciones causan, particularmente produciendo "derrumbos" en las líneas ferrocarrileras, destruyendo puentes, arrasando plantaciones, debido á la destrucción inconsiderada de las montañas. Lo mismo sucede en otros países en donde los poderes públicos no dan á la conservación de los bosques la importancia que merecen. El daño anual por inundaciones y torrentes ha aumentado progresivamente, según Leighton, Jefe de la rama hidrográfica de exploración geológica del suelo de los Estados Unidos, en una proporción que se estima en 45 á 238 millones de dólares desde 1900 á esta fecha. Se

ha calculado que la erosión del suelo de los Estados Unidos produce una pérdida de fertilidad en las fincas que se estima en 500 millones de dólares anualmente. La protección de los bosques mediante la acción directa y enérgica del Estado se impone de toda necesidad. Refiriéndose á esto el señor Emile Belloc, presidente honorario de la Sociedad de Agricultura de Francia, dijo en una solemne ocasión: "La tala de los bosques es una calamidad; ella engendra los desiertos. Esperemos que los esfuerzos de los hombres abnegados que la combaten serán menos estériles que el suelo de nuestra bella Francia el día en que á su último árbol le hayan arrancado las raíces".

El Estado podría fomentar la utilización de la energía hidráulica, electrificando sus ferrocarriles, estimulando y ayudando la electrificación de los caminos rurales, facilitando el establecimiento de plantas hidroeléctricas mediante franquicias aduaneras ó de otros modos, facilitando la concesión ó el denuncia de fuerzas explotables, evitando el acaparamiento de las fuerzas por manos especuladoras, sobre todo sin término definido, regulando el precio de la energía eléctrica, de modo que ella pueda ser aplicable al mayor número posible de usos, creando becas para estudios relacionados con la utilización y trasmisión á distancia de la energía hidráulica, crean lo un servicio técnico para la exploración y medida directa del valor de nuestra potencia hidráulica, etc.

El Estado podría reglamentar la utilización de la energía hidráulica, en los lugares en donde el agua, poco abundante, pudiera necesitarse para el riego, con el fin de que ella se realizara en las mejores condiciones técnicas, sin desperdicio y con el máximo de eficacia posible. Hay muchas instalaciones hidráulicas que gastan mucha

más agua de la necesaria para la potencia que rinden, porque son defectuosas. A veces los motores no son apropiados á la caída ó al volumen de agua que se gasta, (por ejemplo, turbinas demasiado grandes, funcionando con compuertas medio cerradas,) á veces los canales de conducción y salida no son suficientemente amplios para que el agua éntre á los receptores sin choque y salga sin velocidad; á veces los órganos de algunos motores viejos y gastados dejan escapar el agua sin haber actuado; otras es el trazo de los motores, el que es defectuoso. En los lugares en donde el agua abunda poco y se necesita para otros usos, la inspección de las plantas hidráulicas por ingenieros competentes, redundaría evidentemente en provecho de los intereses comunes.

Finalmente, la adopción de ciertas medidas legislativas que declararan á nuestras fuerzas hidráulicas como una riqueza pública, con el mismo título que nuestras riquezas minerales, y colocarán su utilización bajo la dirección y supervigilancia del Estado, contribuiría poderosamente á su desarrollo y á la prosperidad de nuestro país. Así lo han comprendido en los países en donde tales medidas comienzan á ponerse en vigencia. En apoyo de este aserto, véase lo que á este respecto se está haciendo en dos de los países que van á la cabeza de este movimiento.

Francia.—Este país está haciendo asombrosos progresos en el desarrollo de sus fuerzas hidráulicas, que está introduciendo un elemento nuevo y poderoso en la economía política de la República. Mientras que antes de la trasmisión eléctrica la energía hidráulica era considerada como cosa local, perteneciente al lugar en donde estaba situada, hoy se la considera como asunto de interés general y utilidad especial, que debería ser considerada

como tal por los poderes públicos. La primera reforma propuesta á este respecto consiste en dar concesiones para el desarrollo de fuerzas hidráulicas del mismo modo que se hacen concesiones para obras públicas ó cuasi públicas. Los principios propuestos como base para esa reforma son: 1.—Todos los usos de la fuerza hidráulica deben ser facilitados y estimulados simultáneamente porque es de la mayor ventaja distribuir la fuerza entre el mayor número posible de usos; 2.—Los ingenieros y representantes de toda clase de intereses deben ser estimulados á hacer estudios, proposiciones y proyectos relativos á los mejores usos de la fuerza hidráulica; 3.—La facultad de dar concesiones debe pertenecer al Estado, quien es el único capacitado para dar informes y orillar las dificultades que pudieran resultar de opuestos intereses. Esta facultad del Estado debe ejercitarse sin tener en cuenta negocio ó perjuicio financiero alguno, con el único objeto de obtener la mayor suma posible de provecho. En todo caso en que no se perjudique ningún interés público general las concesiones se darán en el siguiente orden de preferencia: á la provincia, al cantón, á la compañía privada; 4.—El término de la concesión *debe* ser limitado, tanto como sea posible á fin de que los errores ó defectos puedan de tiempo en tiempo ser corregidos y que puedan hacerse cambios de conformidad con las modificaciones que en las condiciones se presenten. (Tomado del "Water Power in the United States" por M. O. Leighton.)

Suiza.—Lo que sigue es extracto de lo escrito por Treadwell Cleveland Jr. Forest Service, Washington D. C. con el título de "Control Federal de la Fuerza Hidráulica en Suiza".

El 24 y 25 de octubre de 1908 por

un voto de 292.997 contra 52,180 el pueblo de Suiza adoptó una enmienda á su Constitución federal que dá al Gobierno Federal Suizo la supervigilancia de la utilización de la energía hidráulica. El texto de esta enmienda es como sigue:

"Artículo 24. b.—La Unión tiene supervigilancia sobre el desarrollo de fuerzas hidráulicas.

"El Congreso Federal debe regular la disposición y término de concesiones de derechos de agua, lo mismo que la transmisión y distribución de energía eléctrica hasta donde la protección de los intereses públicos y el buen desarrollo de estos recursos lo requieran.

"Donde quiera que la ley federal no regule los términos de concesiones de derechos de agua, la disposición de tales derechos, lo mismo que la determinación y recolección de impuestos y derechos para su uso está bajo la jurisdicción de los cantones. Pero esta regulación por los cantones no debe ser tan onerosa que obstaculice el desarrollo de las fuerzas hidráulicas.

"En caso de que la fuerza de agua se desarrolle sobre corrientes que toquen el territorio de varios cantones, ó sobre el lindero nacional, la disposición de las concesiones y la determinación de los impuestos y derechos que deben ser percibidos por los cantones es de la incumbencia de la Unión después de haber oído los reclamos de los cantones interesados.

"La distribución en el exterior de la energía desarrollada por fuerzas hidráulicas requiere el consentimiento del Consejo Federal.

"Las estipulaciones de la ley federal se aplican también á las concesiones de derechos de agua existentes, toda vez que no haya sido hecha excepción expresa.

Hace ya 15 años que la cuestión

de dar á la Unión jurisdicción sobre la utilización de la fuerza de agua, fué agitada por primera vez en el Congreso Suizo. La historia del esfuerzo hecho para obtener la legislación necesaria, hasta la adopción de la nueva enmienda, es de mucho interés.

En 1894 la "Frei Land Company" una organización industrial, propuso á las autoridades federales que se enmendase la Constitución en el sentido de que las fuerzas hidráulicas no utilizadas entonces fuesen propiedad de la Unión y que su explotación estuviese sujeta al control federal. El Congreso rechazó entonces la proposición alegando que ella tendía á crear un monopolio de Estado sobre las fuerzas hidráulicas.

En 1898 se presentó una moción al Congreso con el objeto de que se regulase el establecimiento de proyectos hidro eléctricos y se completasen las leyes cantonales deficientes á este respecto, dando al Estado el poder de supervigilar la erección de obras hidráulicas.

En 1901 el Congreso encargó al Consejo Ejecutivo de examinar la conveniencia de electrificar los ferrocarriles suizos.

En 1902 se presentó una resolución que señalaba el peligro de permitir á intereses privados el adquirir, sin restricciones, fuerzas hidráulicas que pudieran necesitarse para la electrificación de los ferrocarriles. Esta resolución enumeraba una serie de puntos que requerían regulación legislativa y señalaba con insistencia el deber de resguardar los intereses públicos en la utilización de las fuerzas de agua. Fué adoptada en 1904.

En 1906 fué presentada una petición, apoyada por 95,290 firmas pidiendo una reforma de la Constitución que diese á la Unión el poder de regular la utilización de las fuerzas hidráulicas y la transmisión y distribución de la energía en ellas producida, dejando á los cantones ó á los que fueran por ellos autorizados legalmente, el derecho de imponer impuestos y derechos á pagar por el uso de la fuerza. La enmienda daba también poder al Consejo Ejecutivo de vender ó arrendar fuerzas hidráulicas á Corporaciones extranjeras. Esta petición fué discutida y modificada por el Consejo Ejecutivo y así puesta á votación, siendo resultado de ella la enmienda de 1908 que queda ya trascrita.

En el tiempo en que debían tener lugar las votaciones, la prensa suiza excitaba á los ciudadanos á votar en favor de la enmienda y hacía notar "que aunque despreciables consideraciones é indignos intereses especiales estaban preparando en diversos lugares la derrota de esta medida, los que verdaderamente apreciaban su gran importancia debían tomar una firme determinación y trabajar fuertemente por su adopción. Ella significa la protección de grandes recursos nacionales, el adelanto de los intereses económicos de toda la Suiza y por consiguiente del bienestar general de la patria".

¡Hermoso ejemplo, del país modelo entre los países de la tierra. Imitémoslo!

San José, 14 de agosto de 1909.

KILOWATT.



## El valor de las fuerzas hidráulicas en Costa Rica



Ingeniero Luis Matamoros

Nació en Atenas, Costa Rica, el 26 de junio de 1859 y fueron sus padres don Juan Matamoros y Doña Josefa Sandoval. Obtuvo el diploma de Ingeniero Civil en la Universidad de Lausanne, Suiza. Ha ocupado muy importantes puestos públicos y en la actualidad desempeña el cargo de Director General de Obras Públicas.

Entiéndese por valor de fuerzas hidráulicas, la diferencia entre el costo neto de una instalación de fuerza á vapor y otra de agua por la misma cantidad de tiempo y de trabajo.

En los E. E. U. U. en donde los múltiples coeficientes de costo de ambos sistemas han sido determinados con precisión por la Estadística, y en donde se ha incluido en esa misma diferencia la obligación en que se encuentran las compañías productoras de fuerza de suplir una cantidad constante por año, lo que no es posible asegurar en general, con un servicio exclusivo de agua, sino con una instalación combinada de agua y de vapor para equilibrar las faltas en los meses de sequía, se ha llegado á establecer que el costo para funcionar exclusivamente á vapor es de 1,2 cents, por caballo-hora, mientras que para igual trabajo con agua, sólo alcanza á 2 cents.

Basta este único dato para observar desde luego la gran diferencia á favor del uso exclusivo del agua en un país como aquel, en donde existen yacimientos de carbón.

En Costa Rica las condiciones son muy diferentes, y por ellas mismas al más sencillo observa lor se impone la ventaja económica del uso exclusivo del agua para fuerza motriz, toda vez que se necesita importar el combustible.

Fijar la relación exacta entre estos dos costos aquí, no parece indispensable por el momento ni podría verificarse si no es con grandes errores, debido á la falta de datos estadísticos: debemos conformarnos con estimular el fomento por medio de ejemplos prácticos, con exponer las ventajas y desventajas de ambos sistemas, las conveniencias y medios de conservación de las aguas, ayudar al Gobierno y Municipios en esta noble tarea y patentizar la gran economía que el país entero deriva de la utilización de las innumerables fuerzas hidráulicas con que la naturaleza lo ha dotado, y en esta forma es que intentamos el desarrollo del presente trabajo.

Si en los E. E. U. U., que es un país gran productor de carbón resulta más económico el empleo de las fuerzas hidráulicas, ¿qué podríamos decir en Costa Rica, en donde esa materia prima falta, y el combustible de madera, además de ser caro, nos causa los perjuicios consiguientes á la destrucción de los bosques? La Niágara Falls Co. durante el curso del año pasado de 1908, sirvió un total de 5600000 00 de kilovatios—hora, y si este servicio se hubiera realizado por medio del vapor, el consumo de carbón hubiera alcanzado á 2000 tons. diarias, ó sea muy cerca de un millón de toneladas por año. Esta economía de combustible redundo en favor de los recursos naturales del país, que constituye un principio fundamental de riqueza pública.

Las instalaciones de fuerza á vapor

en Costa Rica tienen graves inconvenientes, entre los que citaremos los más importantes, á saber: Falta de combustible y enorme costo del mismo, á los que se agregan fuertes gastos de instalación y de conservación. En Europa y en los E. E. U. U. se admite que el gasto de combustible constituye la mitad del gasto total de una instalación en servicio. En Costa Rica debe aumentarse á un 75 010, á causa de que su precio es excesivo, no tanto por los fletes de mar como por los de ferrocarril y de transporte á la fábrica. El uso de leña es por poco que se considere prohibitivo aquí por su mínimo poder calorífico, su alto precio, dificultad de acarreo y de manejo, sin incluir el daño que al país entero se ocasiona con el despojado de sus bosques.

Por regla general, las instalaciones á vapor aquí lo son en pequeña escala, y no existe un sólo caso de importación de máquinas de gran potencia, que son las más económicas. Las máquinas de 2 á 50 caballos son las más comunes, y esas consumen una cantidad desproporcionada de combustible, de tal modo, que no sería acertada la comparación con las fuerzas hidráulicas disponibles. Esas instalaciones en pequeño, absorben casi todo el capital de producto en continuas reparaciones, y se puede decir que jamás llegan á amortizar su valor antes de destruirse si se les exige servicio continuado y constante. Este resultado conviene que sea conocido del público para evitar y suprimir en lo sucesivo esas pérdidas continuas de los industriales y dirigirlos hacia la utilización de fuerzas hidráulicas.

En cuanto á éstas, sus ventajas son incomparables con el servicio de vapor, partiendo del principio de que no hay necesidad de combustible, de

que la instalación es barata, y su costo de servicio y conservación muy limitado.

Así establecido conviene estudiar los otros puntos señalados con particular detalle.

#### CONVENIENCIAS Y MEDIOS

##### DE CONSERVACIÓN DE LAS AGUAS.

El amplio tema propuesto viene á traducirse en otro no menos lato, pero de muy importantes consecuencias en Costa Rica, á saber: ¿Cuáles serían los medios más efectivos para la conservación de nuestros recursos naturales?

Dividiremos esta cuestión en dos partes. 1.<sup>a</sup> Atención y cuidados de los particulares y del público, y 2.<sup>a</sup> Medios que pueden adoptar el Gobierno y los Municipios.

Aunque en estos momentos es objeto de grandes debates y controversia la antigua y aceptada opinión de que los bosques tienen una gran influencia bienhechora en los cursos de agua (1), nosotros, en nuestro caso particular, sostenemos esa misma teoría, por los siguientes, entre otros motivos: primero, porque los bosques detienen las aguas de lluvia é impiden las inundaciones, que son verdaderos desperdicios de agua; segundo, porque impiden la rápida evaporación de las aguas de lluvia y forman estanques que regulan la descarga uniforme y paulatina para formar los arroyos y los ríos; tercero, porque aumentan la precipitación, y cuarto, porque evitan la erosión de los suelos en los fuertes taludes y protegen así las corrientes de agua.

Ocasionan un grave daño, pues, los despobladores de bosques y los agricultores que no sólo los despueblan,

sino que también les dan fuego para constituir sus rozas y recoger primicias de una tierra virgen, con detrimento del público y muy serias trascendencias.

La Sociedad Costarricense de Agricultura ha dado principio á combatir ese mal tan grande, y no son pocas las medidas que para ello ha dictado, pero esto no basta para que se continúe sin piedad el destrozo de nuestros bosques; es preciso que la educación del pueblo y la enseñanza en las escuelas avance un poco más para que la nueva generación se vaya convenciendo de sus errores y aproveche con economía de trabajo y de tiempo, las tierras ya descujadas que pueden mejorar con el auxilio de los análisis y reactivos que sean necesarios para cada caso, en vez de usar de nuevos terrenos con perjuicios incalculables posteriores.

Hay que enseñar á los niños el porqué las tierras producen, y cuál es el alimento de las plantas; hacerles ver que los fuegos mineralizan y por consiguiente convierten en estériles en poco tiempo, magníficos terrenos antes productivos; hay que decirles que las plantas sólo se nutren de substancias nitrogenadas, en realidad de nitratos formados por la oxidación de substancias amoniacales; cómo se forman esas materias amoniacales de los mismos restos orgánicos de vegetales y animales, y cómo se nutrifican ú oxidan; y una vez estos simples temas desarrollados, esos mismos niños contarán á sus padres las novedades que han aprendido y les indicarán que es más fácil y económico suministrarle á los terrenos ya descujados las materias que les faltan para ser productivos, y con esto se economiza tiempo y trabajo con mejores resultados.

El daño por las volteas y fuegos es

(1) The conservation of water, by J. H. Freeman, Marzo 24 de 1909.

el más temible y por desgracia el más común. Estamos de acuerdo con Mr. Freeman en la memoria ya citada cuando se refiere á los insignificantes perjuicios que ocasionan los cortes de maderas de construcción. En efecto, en Costa Rica, sobre todo, los árboles propios para construir se encuentran diseminados y á considerables distancias unos de otros; un árbol utilizable por lo menos, cuenta diez años, y cuando se abate, el bosque que lo rodea continúa en su crecimiento, no volviéndose á ejecutar otro corte en las cercanías de aquel punto, sino al cabo de otro período igual de diez años. Por tal motivo este perjuicio no es de mucha consideración, cuando la madera que se corta está en su completa sazón, porque de otro modo el daño sería imperdonable.

En cuanto al corte mismo de las maderas para construir, se debe recomendar la minuciosa atención de verificarlo exclusivamente en la menguante de luna: la savia, que es materia muy fermentable se descompone rápidamente y con ella fermentan también las partes fibrosas, y como se dice vulgarmente, se pudre. En la menguante de luna, la savia se encuentra en las raíces del árbol, y cuando éste se abate en esa época, la madera no tiene gérmenes de fermentación que la dañen y se conserva bien por largos años. Al contrario cuando la madera se corta en creciente de luna, la savia que en ese período está en el árbol, se descompone inmediatamente, no tardan veinte días sin aparecer en las superficies lisas unos puntitos blancos en relieve, y los prácticos reconocen en el acto que dicha madera fué cortada en mal tiempo y principia á picarse.

El autor de este trabajo, aprovechando esta regla experimental para hacer un repasto en un bosque virgen,

hace algunos años en el deseo de economizar el gran gasto de voltear de todos los árboles, ideó redondearlos, haciéndoles una incisión en la corteza al rededor del tronco en plena creciente de luna. Esto motivó la fermentación inmediata de la savia y con ella la materia del árbol de tal modo que quedaron completamente podridos en pocos meses. Los fuegos del verano siguiente los acabaron de destruir.

#### DE LOS MEDIOS QUE PUEDEN ADOPTAR EL GOBIERNO Y LOS MUNICIPIOS.

Si hemos indicado á grandes rasgos los medios para la conservación de nuestros recursos naturales que pueden hacerse efectivos por los particulares, no menos importantes son los que también indicaremos que pueden llevarse á cabo por el Gobierno y los Municipios.

En primer término la explotación de los bosques nacionales debe prohibirse, y cuando se trate de explotar productos especiales debe reglamentarse, como la extracción de hule, cocos, bálsamos y maderas. Esta reglamentación consiste en prescribir los medios de efectuar el servicio con el menor daño que sea posible, y en los casos de cortes de madera, fijar el diámetro mínimo á su base de los árboles que se permite derribar, castigando con severas multas los que contravengan las disposiciones dictadas, especialmente cuando se trate de descuaje de bosques inmediatos á los nacimientos y curso de las fuentes y manantiales.

Con frecuencia se observa que los Municipios imponen contribución trimestral á los dueños de instalaciones hidráulicas. Tal impuesto aumenta los gastos de conservación, y más conveniente sería hacerlo recaer sobre las instalaciones á vapor, que contribuyen á disminuir nuestros recursos naturales, y si fuera el caso de mantener

esos impuestos, recargar entonces las últimas, en proporción á su consumo de combustible y á su valor.

Cuando las instalaciones hidráulicas tengan especial aplicación á la industria azucarera naciente, es imperdonable que sobre ellas pese impuesto alguno; al contrario, esos industriales deberían tener todo el apoyo de los municipios á fin de procurar la conservación y permanencia de sus cantidades de agua: auxilíeseles concediéndoles gratis la unidad de trabajo que para cada instalación podría fijarse en 10 caballos-vapor.

Uno de los pasos más favorables para provocar el desarrollo é incremento de nuestra potencia hidráulica, sería que el Gobierno ordenara por medio de la Dirección General de Obras Públicas á todos los Gobernadores, Jefes Políticos y Agentes Principales de Policía comunicar á aquel centro los siguientes datos:

a)—Hay en su respectivo cantón cursos de agua capaces de suministrar fuerza hidráulica?

b)—Cuántas caídas de agua disponibles se encuentran, cuántas están utilizadas, y cuántas existen por utilizar, con especificación de las fuerzas que desarrollan las que están en servicio.

c)—Si hay corrientes de agua no utilizadas, indicar la probabilidad de poderse servir de ellas, el lugar en dónde están y la necesidad de proceder á las medidas de cantidad y de caída que pueda obtenerse.

Con estos datos, una vez publicados, sería muy posible llamar la atención de los industriales para su desarrollo y aplicación inmediatos.

Una gran medida económica que podría dictar el Gobierno en favor del ensanche de la utilización de las fuerzas hidráulicas, sería la de conceder libre de todo derecho de importación

toda clase de maquinaria para las industrias (está en vía de decretarse), y por la maquinaria hidráulica, decretarla "Nacional", á fin de que los introductores puedan gozar del beneficio del 25 0/0 de economía de flete de ferrocarril en la vía del Atlántico, y libre de todo flete si se importa dicha maquinaria por el puerto de Puntarenas y el Ferrocarril al Pacífico.

El Gobierno y los Municipios podrían poner á disposición de los industriales los servicios gratuitos de los ingenieros de la Dirección General de Obras Públicas, con el objeto de formular los proyectos de las instalaciones que pretendan ejecutar. Tenemos ejemplos de muchas instalaciones que son defectuosas y otras totalmente malas debido al poco estudio que previamente debía haberse hecho; esos defectos principales consisten:

a)—En la mala utilización de la caída ó de la cantidad de agua disponible y á veces de ambos defectos juntos;

b)—En el error de determinación del motor apropiado á una fuerza disponible dada;

c)—Errores de cálculo del diámetro y disposición de las tuberías de carga, y

d)—Errores de utilización del motor.

Grandes sumas ha invertido el país en esas obras mal concebidas y peor ejecutadas, que han motivado su abandono con pérdida total. El pequeño auxilio que el Gobierno daría á los industriales para calcular sus proyectos, ó aunque no fuera más que obligarlos á someter para su aprobación los proyectos que ellos formulen, redundaría en positivo ensanche, progreso y economía de la industria hidráulica.

Otra de las medidas importantes que debe llevar á efecto el Gobierno consiste en la reforma casi total de la

ley de aguas vigente. Esa ley, en donde no se ha considerado como uno de los factores de la cantidad de agua que fluye, la caída ó velocidad que lleva, motiva continuas dificultades y litigios entre los vecinos y municipios que se sirven de un mismo curso de aguas. Las concesiones que determinan únicamente la sección de descarga, sin prever que por esa misma sección puede discurrir dos, tres ó cuatro veces más agua, según la caída que en aquel punto de la sección exista, es decir, según que la velocidad del líquido en el punto de toma sea mayor ó menor, son injustas y causan de continuo graves trastornos y perjuicios: las concesiones deben hacerse siempre por cantidad en la unidad de tiempo, y no por sección de descarga.

Lo mismo sucede en la utilización de aguas para fuerza motriz: tenemos á la vista un caso reciente de dos vecinos limítrofes, en donde el del predio inferior pretendió utilizar la caída de que disponía, y al tiempo de la construcción encontró sencillo añadir la caída del predio superior y aumentó su fuerza. El propietario superior no notó siquiera el perjuicio que había recibido, ni consideró la depreciación que á su propiedad le habían causado la instalación inferior.

¿De qué medios podría valerse la ley para fijar exactamente el valor de esta fuerza hidráulica absorbida por el dueño vecino del predio inferior?

Señalemos otro caso semejante: una fuente descarga cierta cantidad de agua por unidad de tiempo; el dueño del curso superior solicita y obtiene permiso para utilizarla en un desarrollo de fuerza; el vecino del predio inferior sabe que también puede contar con la misma cantidad de agua y del mismo modo obtiene permiso para servirse de ella, pero el dueño de la instalación

superior necesita posteriormente aumentar su fuerza y lo consigue por medio de la construcción de un gran estanque ó lago artificial de fondo de tierra y filtrante: como la cantidad de agua que se filtra es proporcional á la superficie del filtro, si el estanque es considerable, se pierde para el fundo inferior una enorme cantidad de agua y su instalación desmerece, tanto por el servicio de intermitencia á que el nuevo sistema establecido le somete, como por la pérdida de las aguas que se infiltran.

A otros industriales la instalación de una fuerza hidráulica posterior á la suya en el predio inferior les ha ahogado sus motores y perdido totalmente su maquinaria y capital.

¿Cómo apreciaría la ley esos perjuicios causados, y de qué manera podría prevenirse en lo futuro esos serios inconvenientes?

Tales serían los objetos de una ley de aguas moderna, que definiera los derechos y obligaciones en todos los casos y estableciera los fundamentos del valor de las fuerzas hidráulicas.

Tal ha sido también, á nuestro juicio, el motivo del atinado tema propuesto. Entre los múltiples medios de progreso material de un país, ninguno más activo, ninguno más inmediato y accesible como el de fomentar la utilización de sus fuerzas naturales, y, provocar desde temprano su desarrollo y organización, excitar los capitales muertos á su empleo para economizar obra de mano, hoy que por medio de hilos de diminuto diámetro se transmiten á grandes distancias miles de caballos de fuerza, producidos en los más remotos y apartados lugares; ahora, decimos, que nuestros labradores podrían arar, sentados en su arado-autonóvil sus terrenos agrícolas, proceder de esa manera, tener el ingenio de preverlo, analizarlo y

prepararlo, es hacer el más grande y positivo bien á nuestra patria: á este título, el Comité de proposición, los autores del tema, son los que merecen la corona que el Jurado de Calificación acordara al mejor trabajo presentado sobre él. En Economía Política, como en las Artes, no son los que ejecutan una idea los que merecen recompensa, son sus autores ó creadores.

No sería del caso dar aquí una lista más ó menos completa de las pocas instalaciones hidráulicas con que ahora cuenta el país, y sí debe decirse que con excepción de tres ó cuatro, todas las demás son pequeñas y de poca significación. Lo que precisa indicar son las fuerzas disponibles y el monto total de su potencia para halagar con su cantidad el deseo de los industriales, para utilizarlas; en una palabra, sentar desde ahora las bases de futuras estimaciones y permitir así su valuación.

Las corrientes de agua resultan de la precipitación de las lluvias, y son constituidas por las aguas que sobran después que se verifica la evaporación y las que absorbe la vegetación y la vida animal.

La situación del país sobre la superficie del globo y su Climatología rigen la precipitación anual que las observaciones meteorológicas se encargan de determinar. La precipitación se divide en dos grandes secciones: la que se verifica en las cuencas de las vertientes bajas, y la que tiene lugar en las altas; la primera no se considera hasta hoy económico el utilizarla para desarrollo de fuerza, porque aunque la masa de aguas es considerable, su caída es pequeña, y los ríos llegan á ser navegables en esa sección. La precipitación en las cuencas de las vertientes altas es la única que hasta ahora se explota con economía, debido á que la masa de aguas es menor, pe-

ro su caída es considerable, y como la fuerza resultante es el producto de la cantidad de agua que discurre en la unidad de tiempo por su altura de caída, es preferible bajo todo punto de vista usar altas caídas y poca agua en vez de grandes cantidades de agua y poca caída. Concretando el punto para Costa Rica en sus tres vertientes principales, se observa que la del Norte, ó sea la que descarga sus aguas en el río San Juan y lago de Nicaragua, aunque es la de mayor extensión no es la de más producto por el motivo apuntado. La vertiente del Este, comprendida entre la Barra del Colorado y el río Sixola, tiene cuencas de gran aprovechamiento de fuerza, tales como la cuenca del río Reventazón, cuyos afluentes, en su mayor parte, son torrentosos y pueden suministrar grandes fuerzas hidráulicas sin dejar de incluir las que el mismo río pueden producir en todo su curso superior hasta el lugar en donde principia á ser navegable por pequeñas embarcaciones.

En la vertiente del Sur se distinguen tres grandes cuencas:

1.<sup>a</sup>—La del Río Grande de Térraba y todos sus afluentes inexplorada todavía;

2.<sup>a</sup>—La del río Grande de Pirris ó de Candelaria que, como la anterior, no se ha estudiado; y

3.<sup>a</sup>—La gran cuenca del río Grande de Tárcoles con todos sus principales afluentes que; es la que suministra la mayor parte de las fuerzas hidráulicas utilizadas hasta ahora y mucho mayor producto que todavía puede obtenerse como más adelante se verá.

En esta cuenca está situada la ciudad capital y todas las industrias y establecimientos de productos de climas templados, debido entre muchos otros motivos á las grandes alturas sobre el nivel del mar que la cuenca domina. Por esto están ya en servicio

las fuerzas más inmediatas á la capital y ciudades importantes de esta cuenca, para suministro de luz y fuerza, pero puede establecerse que la cantidad hasta ahora aprovechada es una fracción insignificante de toda la que sería posible aprovechar. En efecto, el promedio de la cantidad de lluvia anual, registrado en el Instituto Físico Geográfico en el lapso de 17 años, desde 1889 á 1907 fué de 1848,3 milímetros. El área de la cuenca, excluida la sección que sirve el río Barranca y el Jesús María, es muy aproximadamente de 2600 kilómetros cuadrados, y el volúmen total de agua que recibe anualmente esta cuenca será por consiguiente de  $2600.000.000 \times 1848,3 = 4.805.580.000$  metros cúbicos y como el año medio tiene 31.536.000 segundos, la cantidad de agua que corresponde llover por segundo es de  $4.805.580.000 \div 31.536.000 = 152,3$  metros cúbicos. — Si no existiera la evaporación y absorción para la vida vegetal y animal, esa sería la cantidad de agua normal que llevaría el río Grande de Tárcoles, allí donde va cargado de todos sus afluentes que recorren la cuenca de que se trata.

Las recientes medidas que practicó un distinguido ingeniero, á fines del verano que acaba de pasar, han dado una descarga en el "Paso del Alumbre" de 93348 litros por segundo, ó lo que es lo mismo 93.348 metros cúbicos, de donde podemos concluir que fluyen por el río el 61 0/10 del agua que llueve anualmente y el resto de 39 0/10 corresponde á la evaporación y consumo para la vida vegetal y animal.

Los anteriores datos serán de gran importancia en lo futuro en Costa Rica, sobre todo si se comparan con los respectivos en otros lugares. El promedio de la cantidad de lluvia en Boston, Estados Unidos, en un lapso de 75 años ha sido de 47" ó sean 1175

milímetros (Goodell, W. W. page 13). Los promedios obtenidos en los otros Estados, especialmente en los del Sur, apenas alcanzan á esa cifra, y podría establecerse para una primera aproximación aquí, un promedio de ambos promedios ó sea 1500 m. m.

Bajo este dato, si se desea conocer con alguna aproximación cuánta agua produce por segundo y capaz de ser utilizada todo el año una cuenca cuya superficie se ha determinado, si llamamos S la superficie en metros cuadrados de la cuenca, y Q el volumen por segundo en metros cúbicos, la expresión.

$$Q = 0,000\ 000\ 03.S$$

Será la más aplicable mientras no se verifiquen por muchos años nuevas observaciones que modificaran sensiblemente el promedio adoptado aquí.

La anterior fórmula conviene que sea conocida de los ingenieros del país á fin de ajustarla en lo sucesivo á los cálculos para el establecimiento de puentes, construcción de alcantarillas en los ferrocarriles, y sobre todo para determinar el volúmen con que seguramente se puede contar en una instalación que se proyecte.

Conviene hacer presente una observación sobre el uso de la fórmula anterior: cuando en una cuenca dada, las medidas directas no correspondieran con ella, habría lugar á sospecha de que la filtración no es constante y regular debido á que el subsuelo es mineral, en cuyo caso lo que ocurre son grandes y extraordinarias avenidas y crecientes momentáneas al instante de las lluvias: en tal caso debe recurrirse al promedio de la lluvia máxima anual, que según las observaciones del Instituto, alcanzó á ser de 2290 milímetros en el año de 1901, y como en ese mismo año el promedio mensual por el mes de octubre fué de 478 milímetros, no es exagerado supo-

ner para el caso de fuertes lluvias un promedio de 3000 milímetros, y la fórmula en estas condiciones sería

$$Q=0,000\ 000\ 01. S$$

Si la superficie de drenaje es conocida en hectáreas, la fórmula se convierte en

$$Q=0,001. S$$

De tal modo que si una cuenca determinada mide 80 hectáreas, el volumen que debe admitirse que discurre por su drenaje será de  $0,001 \times 80$ , ó sea  $Q=0,080$  metros cúbicos por segundo, es decir 80 litros, correspondiendo una descarga de un litro por hectárea.

Un hecho que llama la atención, con motivo de los grandes estragos que causó el temporal de octubre del año anterior, cuando ocurrieron los daños del ferrocarril del Pacífico, es que el promedio de lluvia en ese mes, en el Observatorio de esta ciudad, sólo fuera de 462.7 milímetros, y la explicación no puede ser otra que la que se ha emitido con respecto á los subsuelos impermeables y minerales que no pudieron absorber á un momento dado el agua que llovía y encontraron sus drenajes arrastrando piedras y lodo que obstruyeron las bocas de las alcantarillas y derribaron los terraplenes.

Para que se pueda tener una idea de la magnitud de potencia que se pierde en el curso del río Grande de Tárcoles, cuya descarga mínima se ha establecido ser de 93348 litros por segundo, vamos á considerar que solamente se disponga de una décima parte de la altura total que vence dicha corriente desde San José hasta el paso del Alumbre, es decir, próximamente 100 metros, y con ello se tendría una potencia de 93348 H. P. efectivos en el eje motor. Como el número de caballos de fuerza, utilizados hasta hoy con esa corriente, no llega á lo sumo,

á 3000 H. P. se aprovecha apenas el 3,2 o/o de toda la fuerza y se pierde el 96,8 o/o.

El principal costo de una instalación hidráulica, consiste en el valor del tubo. El primer problema, pues, que se presenta es el de la elección del diámetro de la tubería, de tal modo que produzca el máximo efecto con el mínimo costo. Se sabe que el precio del tubo de acero es proporcional al cuadrado del diámetro, y la hidráulica nos permite determinar en cada caso la pérdida de altura que cada diámetro origina. De este modo, se comprende que la altura efectiva y útil en una instalación, no es la diferencia de nivel entre los extremos de la tubería, sino la diferencia de ó entre la altura real y la altura perdida por el frotamiento del agua en los tubos, codos, curvas etc., observando que cuanto mayor sea el diámetro, menor será la pérdida de carga. Esto sentado fácil es demostrar el principio fundamental que todo entendido ingeniero debe seguir al tratar este problema. Mr. A. L. Adams, (TRANSACTIONS A. S. C. E. Vol. LIX) establece que el diámetro del tubo que realiza el máximo producto, con el mínimo de costo, es aquel en el cual el valor de la energía que se pierde por diversas resistencias, equivale á cuatro décimos (0,4) del costo anual de la tubería empleada; en otras palabras, el costo del tubo más la energía perdida debe ser un minimum. En esta forma, si llamamos D el diámetro del tubo, C su costo y k un coeficiente de precio, el valor será según acaba de decirse:

$$(1) C=k D^2$$

La expresión general del diámetro en función de la pérdida de carga es:

$$(2) (JD) \div 4 = mV^2$$

en donde J es la pérdida de carga =  $H/L$ ; m, un coeficiente constante, y

V la velocidad del líquido en el tubo. De la expresión que antecede se obtiene

$$J = 4mV^2 / D, \text{ y también } V^2 = JD / 4m$$

Como es sabido que el producto de la sección de descarga, que llamaremos S por la velocidad V es igual á la descarga que hemos designado por Q, se puede escribir:

$$Q = SV$$

ó bien, elevando toda la expresión al cuadrado,  $Q^2 = S^2 V^2$

Si sustituimos en esta fórmula el valor de la sección S que es  $S = \pi D^2 \div 4$ , y llamamos la cantidad

$(4Q)^2 \div \pi^2 = n = \text{una constante}$ ; se tiene  $V^2 = n \div D^4$  y substituyendo este valor en la expresión de J dada al principio (2), resulta:

$$J = 4mn \div D^5$$

Si para la sencillez ponemos  $4mn = p$ , tendremos  $J = p \div D^5$  y con la condición económica es que

$$J + C = \text{Mínimo},$$

escribiremos inmediatamente:

$$p \div D^5 + kD^2 = \text{Mínimo}.$$

El cálculo diferencial nos da en el acto

$$-5D^6 p + 2k D = 0$$

de donde se obtiene

$$2k = 5p \div D^7$$

ó bien

$$D^7 = 5p \div 2k$$

de donde se obtiene que D es la raíz sétima de  $5p \div 2k$ .

La relación entonces del costo á la pérdida de carga será:

$$J \div C \div p / D^5 \div k D^2$$

de donde

$J \div C \div p \div k D^7$  y substituyendo el valor de  $D^7$  encontrado, se tiene al final:

$$J \div C \div 2 \div 5$$

cuya expresión puede escribirse así:

$$5J = 2C.$$

ó sea que el doble del costo anual del tubo debe equivaler á cinco veces la energía que se pierde, y para corresponder al enunciado:

$$J = 2/5 C.$$

$$J = 0,4 C.$$

La precedente demostración es original del autor de esta memoria: puede consultarse las otras diferentes demostraciones que otros autores han dado á la proposición de Mr Adams en las páginas 180 y siguientes de la obra citada. Debe observarse que el cálculo anterior está basado en la exclusiva utilización de tubos de acero para esta clase de obras, y no sería aplicable á los tubos de otra clase de material. En Costa Rica, menos todavía que en ninguno otro país, es aplicable el tubo de hierro fundido, por su enorme peso y gran costo de manejo y colocación y cuando se trata de altas presiones está proscrito en todas partes por el exagerado espesor que sería necesario darle á las paredes para resistirlas con un coeficiente normal de seguridad.

En los Estados Unidos, se está usando con mucho éxito y á muy bajo precio la tubería de duelas de madera. Costa Rica posee maderas de primera calidad para este objeto, y no tardado será el día en que veamos establecerse una fábrica de esta clase de tubos, capaces de resistir las presiones corrientes en instalaciones pequeñas.

Hemos visto dos elementos fundamentales para la valuación de las fuerzas hidráulicas en Costa Rica, cuales son la manera de estimar la cantidad de agua de que es posible disponer sin temor de un fracaso, y el modo de determinar el diámetro más económico de una instalación que se proyecte; nos restaría el medio de elegir convenientemente el motor que debe usarse.

Como principio fundamental á este respecto, debe establecerse que siempre será menos costoso el empleo de altas caídas y poca cantidad de agua, tal y como sucede con las corrientes eléctricas, en donde se prefiere por economía, usar alto voltaje y bajo amperaje. Desde luego que el producto de estos dos factores es el que determina la fuerza de que se puede disponer, es indiferente para el resultado que cualquiera de ellos sea mayor ó menor, pero no lo es así en punto á economía, y tanto en el caso de la electricidad como en el de hidráulica, ésta exige adoptar altas presiones para reducir á un minimum el diámetro de los conductores.

Sería un trabajo más allá de los límites de la presente memoria el determinar para cada caso el motor más apropiado, en cuya operación entra como factor importante la aplicación industrial á que se destina; pero en términos generales debemos aconsejar el uso de ruedas hidráulicas de los diferentes sistemas para caídas de 1 á 10 metros con volúmenes de agua de medio á cinco metros por segundo (Red hembacker).

Para caídas de 10 á 30 metros con volúmenes de agua de 500 á 2000 litros por segundo, son siempre preferibles las turbinas, y solamente en los casos de alturas mayores de 30 metros es económico el empleo de ruedas Hurdy-Gurdy, llamadas aquí Ruedas Pelton.

Se ha abusado mucho en Costa Rica del uso de motores Pelton, con motivo de su baratura y sencillez de establecimiento, pero no debe olvidarse que su eficiencia es mucho menor que la de las turbinas en iguales condiciones de caída y cantidad de agua. Varios tipos modernos del sistema Pelton han mejorado mucho su rendimiento, tales como las ruedas Cassel y otras, unas

debido á la forma de sus recibidores de agua, que tienden á realizar los mismos principios que se observan en las turbinas, en donde se ha reducido á un minimum la pérdida de la energía del chorro para que sea transformada por la rueda en trabajo, y otras en que, además de esta mejora, incluyen la de marcha uniforme, como las Cassel, condición extremadamente necesaria y precisa cuando esos motores deben hacer funcionar máquinas dinamo-eléctricas.

Si hacemos estas indicaciones generales es con el objeto de que los que intenten tales trabajos estén sobre aviso de que no es indiferente el empleo de tal ó cual motor, y que es mejor consultar siempre, antes de intentar una instalación, el motor más económico y apropiado.

Para no tener dificultades posteriormente, conviene estimar la eficiencia del motor en un 75 o/o. Después que los motores han funcionado por algún tiempo, las superficies de los recibidores de agua, así como las de las guías, no están tan pulidas como cuando eran nuevos, y su eficiencia decae: el 80 o/o y aún el 85 o/o se obtienen algunas veces con mucho cuidado de aplicación del motor, y sobre todo cuando la elección ha sido correcta.

La variación en el costo de una instalación hidráulica es muy amplia y depende entre otras, de dos causas principales: la variación de caída y la distancia desde la captación de la fuente hasta el punto de descarga en las máquinas. El costo de la construcción varía también con las condiciones locales y precios de los diferentes materiales que se empleen.

Este es el momento oportuno de volver á tratar, con otros detalles el elemento más importante, quizá el fundamental, en la estimación de las fuerzas hidráulicas; nos referimos á la can-

tividad de agua disponible, es decir, al "coeficiente de descarga superficial," que es la frase con que se designa el porcentaje de la cantidad de agua que discurre, sobre la cantidad total de lluvia. Es evidente que en Costa Rica, la variación mensual de la lluvia es considerable, llegando el caso de ser nula en algunos meses. Si se calcula un motor para el máximo de lluvia, su funcionamiento sería defectuoso la mayor parte del año, y si se calcula para un mínimo, se perdería una gran cantidad de agua, y por lo mismo, mucha fuerza. En los Estados Unidos, se calcula siempre para un servicio regular de 9 meses del año, pero allí la lluvia es más constante que entre nosotros. No tenemos pues, todavía, los suficientes datos para aventurarnos á establecer esta cantidad, y la mejor prueba de ello es que la Compañía de Luz y Tracción Limitada, se encuentra en muchas dificultades para hacer su servicio de tranvía después de las 6 de la tarde, en algunos meses.

Como una primera aproximación podríamos establecer el mismo tiempo de nueve meses, y adoptar en ellos el coeficiente de descarga superficial antes determinado, y que como se ha dicho es el 61 por 100 de la cantidad de agua llovida, y sobre el cual hemos establecido las fórmulas para las secciones de las alcantarillas y puentes en Costa Rica.

Queda, pues, mucho por considerar en este importante problema, y cuando las observaciones hayan sido más numerosas y más dilatadas será posible establecer con más precisión estos elementos.

En la estimación del valor de las fuerzas hidráulicas entran además de todos los elementos considerados, otros de no menor importancia, pero de carácter local, que no se podrían establecer aquí, pero que mencionamos para

el caso de una aplicación inmediata. En primer lugar debe distinguirse el caso de valuación de obras establecidas y obras por establecer: en las primeras, entra como valor importante el privilegio ó concesión obtenida del Gobierno ó de los municipios, valor de la instalación misma y su aplicación; en las segundas, sólo debe considerarse su capacidad, situación con respecto á centros poblados, etc.

Para dar una idea de los elementos en el establecimiento de un valor sin privilegio, indicaremos el plan general que debe seguirse:

1).—Determinéne la cantidad de agua disponible, incluyendo los efectos de almacenaje, etc.;

2).—Determinéne la caída efectiva;

3).—Determinéne la fuerza que puede desarrollarse económicamente conforme á los principios establecidos;

4).—Determinéne el mínimo de la cantidad de agua y de potencia en los meses de sequía, y por consiguiente:

5).—El tamaño de la instalación suplementaria de vapor, gas, aceite, si se ha admitido el servicio de agua para un mínimo de potencia, que debe compensar la falta de agua en la sequía;

6).—Determinéne el presupuesto de costo del desarrollo de potencia hidráulica.

7).—Determinéne el costo de la instalación suplementaria de vapor, gas, aceite, que parezca ser la más económica;

8).—Determinéne el costo anual de trabajo con agua y planta suplementaria;

9).—Determinéne el costo de instalación completa y exclusiva, de vapor, gas, aceite, ó la que se considere más económica para sustituir la instalación de fuerza de agua;

10).—Determinéne el costo anual con este servicio.

11).—Determinése la diferencia del costo de producción de fuerza por agua y su planta complementaria, y el costo de producción por vapor, gas, aceite, etc. La diferencia, si es positiva, dará la economía anual del servicio por agua.

12).—CAPITALÍCESE ESTA DIFERENCIA AL TIPO COMERCIAL Y EL RESULTADO SERÁ EL VALOR DE LA FUERZA CONSIDERADA.

Cuando se trate de fuerzas establecidas con privilegio ó concesión, debe

incluirse este valor estimado según el tiempo por el cual sea concedido y las ventajas que el respectivo contrato dé á los concesionarios.

No está lejano el día en que veamos todos nuestros ferrocarriles electrificados y nuestros campos de agricultura servidos por maquinarias eléctricas, y entonces podremos palpar el VALOR DE LAS FUERZAS HIDRÁULICAS EN COSTA RICA.

San José, julio 25 de 1909.

RHO

