

Director Tècnic
J. M. GÄNZER
Enginyer industrial

Director Delegat
JAUME FONT I MAS

Administració
VIA LAIETANA, 39
Telèfon 12425



Es publica
el dia 15 de cada mes

Número solt
1'50 ptes.

Subscripció anual
12 ptes.

Demaneu
la tarifa d'anuncis

Any LVII - Núm. 190

Adherida a l'Associació Espanyola de la Premsa Tècnica

Novembre 1934

SUMARI:

SECCIÓ TÈCNICA: Possibilitats de nous aprofitaments hidroelèctrics a Catalunya, per *Lluís Creus i Vidal*. — Memòries de Física teòrica, per *Jaime Viñallonga Garriga*. — SECCIÓ ECONÒMICA: El moviment a Espanya durant els darrers mesos — BIBLIOGRAFIA. — CRÒNICA.

SECCIÓ LEGISLATIVA:

SECCIÓ TÈCNICA

POSSIBILITATS DE NOUS APROFITAMENTS HIDROELECTRICS A CATALUNYA

per *Lluís Creus i Vidal*, enginyer industrial ⁽¹⁾

*A Miquel Mateu i Plà, Administrador
Delegat de Forces Hidroelèctriques d'An-
dorra S. A.; en homenatge.*

Generalitats

Per a millor ordenar l'estudi de les possibilitats de nous aprofitaments hidroelèctrics a Catalunya, el classificarem per Conques, seguint un ordre general d'Est a Oest, descrivint en cada una, en línies generals, el caràcter físic i meteorològic d'aquelles, cosa indispensable per a formar-nos una idea — quasi bé gosariem a dir, per a tenir-ne una sensació pràctica — del règim llur de precipitacions i de regularitat de la importància de llurs corrents.

Afegirem, després, una curta nota fent relació a les grans línies d'A. T. de la Xarxa Elèctrica Catalana, a fi de situar convenientment el lector sobre les facilitats que poden existir per al transport de l'energia que eventualment produïssin els Salts la qual possibilitat assenyalarem en el present treball, envers els centres de consum industrial de Catalunya, que, principalment, culminen en les zones o regions de Manresa, Terrasa, Sabadell, Barcelona (i «banlieue») i Litoral de Llevant.

A tall de curta informació, afegirem unes línies

donant notícia de les possibilitats d'aprofitaments hidroelèctrics al Rosselló.

I, per a completar i fixar al lector sobre les idees d'aquest treball, adjuntarem com a documentació un Mapa de Catalunya on hi figurin, convenientment assenyalats, en llur emplaçament geogràfic, tots els possibles Salts d'aigua de la nostra terra que poden transformar-se, en el seu dia, en realitats, com a resum i síntesi del present inventari. També adjuntem un Mapa del Sur de França, per tal de fer gràfiques les possibilitats hidroelèctriques del Rosselló i països vehins a l'ensens que les de Connexió entre la Xarxa a molt A. T. del S. França i la Catalana. No cal dir que el Mapa de Catalunya primerament indicat, contindrà, com és lògic, degudament marcada, tota la Xarxa elèctrica a Molt A. T. de la nostra Terra (90, 110 i 130 K. V.).

No cal dir que ens havem de concretar, donat el curt que és l'espai de que disposem, i el caràcter

(1) Aquest treball fou premiat amb el premi únic del Concurs Anual de 1934 de l'Associació d'Enginyers Industrials de Barcelona.

pràctic i general de la tasca que desitgem acomplir, a l'estudi dels Salts possibles (que estudiem al mateix temps que les Concessions administratives que els corresponen, encara que, a vegades, més aviat en són un destorb, car no coincideixen, exactament, amb el tram que té característiques naturals per a esdevenir un bon Salt) d'alguna importància, per exemple, de alguns cents de C. V. en amunt. Altrament seria descendir a una minuciositat d'Estadística impròpia d'un treball de la naturalesa del present. Ultra això, Salts petits, p. ex. de l'ordre de 25 a 50 CV, són sempre compatibles (al Pirineu al menys), amb els grossos Salts, si utilitzen les més o menys regulars aigües sobrants, o bé, si es situen en les capçaleres de conca, que mai aprofitarà la gran indústria hidroelèctrica per raons tècniques òbvies.

El fet de prescindir de l'estudi de les possibilitats hidroelèctriques quan aquestes són d'importància despreciable, i el fet de que els nostres rius són ja, en general, tan aprofitats, per la indústria privada, en especial en els petits rius de l'E. de Catalunya, ens autoritza, des d'ara, a no fer per res menció, en el nostre treball de les Conques següents: Muga, Fluvià, Conques costeres de l'E. gironí, Tordera, Petites conques del Maresme (ben despreciables), Besòs, Riera de Begues, Foix, Gayà, Francolí i petites Conques del litoral de S. O. de Tarragona. Altrament, per raons també òbvies, encara que en aquestes Conques, s'hi facin pantans reguladors (el del Foix n'és un, ja acabat, i el de Crespià, al Fluvià de probable prompte realització n'és altre) és ben segur que no hi haurà lloc a estudiar ni la possibilitat dels Salts de peu de presa corresponents.

I

Estudi del Ter i de la seva conca

Característiques de la conca. La varietat. Mentre la generalitat de l'esmentada conca es caracteritza per una dolcesa del clima i abundants precipitacions, que contribueixen a la bellesa del paisatge; la part alta pertany ja a un règim francament pirenaic.

Els límits d'aquesta Conca són els que segueixen. Per l'E. la del Fluvià. Pel Nord, ve coronada per la cadena del Pirineu, que arrenca desde Montfalgars fins el Coll de Toses (Serres de Bastiments, Núria, Puigmal, etc.). Segueix després per la gran «esquena d'ase», secundària que la separa de la conca del Llobregat i del Vallés: Plans de Navà, serres de Montgrony, Frontayà (espatlla), Faig general, les Lloses, Alps, esquena del Lluçanés, Puig Rodon, Castelleir, Aigües Partides. Ve continuada després per la cresta de partió montsenyena i de les Guilleries, Pla de la Calma, Collformic, Matagalls, Montseny, Viladrau, serrats d'Espinelves, Pla d'Arenes (Sant Hilari), Solterra, Serrats d'Ossor, Sant Martí Sapressa, etc. Segueix després per Sta. Coloma, esquena de la Selva, pla de ídem, Monts Gabarres, serres dels Angels i regió de Ruplà, i la Pera (conca del Daró).

Els cabals principals que hom observa en aques-

ta Conca que posseeix 3.411 km² són els següents: Riu Ter: Capçalera (Camprodon) 1.2 m³. Ripoll 3 m³. Tram mitjà (Sau) 4-6 m³. Tram baix (Girona) 10 m³. Riu Fresser (Ribes) 1.4 m³.

Els projectes dels Serveis Hidràulics del Pirineu Oriental, comprenen i modifiquen totes les possibilitats d'aprofitaments hidroelèctrics, mitjançant els futurs pantans reguladors de la conca.

Total potència possible: 110.000 CV. Potència instal·lada: 55.000 CV. (aproxí.).

Pantà de Coma de Vaca.

Aquest futur pantà deu regular el tram de capçalera del Fresser. Es preveu la seva presa en forma d'aprofitar el vas natural de la Vall o Clot de Coma de Vaca, receptacle de les comarcades i serrallades o cercles de Torreneules, Noucreus, Pastura i del grupo dels Pics del Gegant. carena de la Marrana, Tres Pics, etc., conjunt que determina la comalada de Frassers.

El pantà de Coma de Vaca, tindria una capacitat d'uns 5 milions de m³. Tindria la presa situada a uns 2.100 mts. d'altura i unes dimensions d'uns 30 mts. La seva regulació seria d'un coeficient d'1 per al primer tram (fins a Daiò). D'un ídem de 1/2 fins a Ribes i de 1/3 d'eficàcia. El conjunt de nova potència creada seria d'uns 13 a 15.000 CV, i beneficiaria als següents salts d'aigua (la potència dels quals figura entre parèntesi), ordenats per posició rigorosament geogràfica: Fresser Superior (2.600 CV.), Fresser inferior (1.850), Dayó (1.650), El Molí (1.720), Rialp (1.650), Carburs (1.400), Filats (1.040), Filatures Ribes (700), Paperera del Fresser, S. A. (128), Id. íd. (174), Id. íd. (160), Vídua Bonshoms (paperera), J. Fàbregas Jorba (filats) (413), Central Elèctrica Sayós (500), Carburs del Fresser (907), Fàbrica de ciments Illa i Cía. (1.000), Filats Pals, Esteve Esquerra, La Farga de Campdevàdol (90), Ayo-la (teixits) (30), Paperera Moli Gros, Teixits Ribalau, Teixits Martinet, Molí de guix Chec, Filatures Noguera, S. A. (180), La Hispano Suiza, U. I. Cotonera (Roca Figuera) (150), Central Elèctrica «El Sant» (80), Fàbrica Nicolau, Filats Comes (100), Filats Botey (200), Farines J. Cerdà Palau (46), Filats Comes (dos salts de 80), Palau (aram), Serradora i molí de farina Guixu, Serradora Joan Franquesa (37), Taller Mecànic Puigmartí, Unió Industrial Cotonera (85).

Essent els Salts i xarxa de l'Energia Elèctrica de Catalunya els primers beneficiats, a aquesta Entitat hauria de correspondre, lògicament, l'adjudicació del salt de peu de presa corresponent (uns mil cavalls més).

Pantans de Ribes i de Campdevàdol.

Entre l'aiguabarreig del Fresser i Núria i prop de la Vila de Ribes, en un congost situat a la vora de Rialp, s'han fet estudis per a un nou pantà, sense èxit: hauria amagatzemat 7.380.000 m³ amb una altura de presa de 67 m.

Igualment a sobre el Mardàs, en el terme de Campdevàdol, amb una conca notòriament insufi-

cient hi ha projectat un nou embassament del qual ignorem les característiques.

Pantans a sobre el Ter.

Algun estudi ha estat realitzat també amb vistes a la regulació del riu Ter, sota de la Roca, mitjançant un pantà que s'hauria anomenat pantà de Llanàs. Hauria cubicat uns 9.270.000 m³, amb una altura de presa de 46 m. Igualment al Ritort, sota Freixenet, s'havia projectat el pantà de Molló, amb una capacitat d'uns 4.649.000 m³ i una altura de presa de 43 m. Haurien fornit una regulació eficient per als salts situats a Camprodon, Seguríes, S. Joan de les Abadeses i Ripoll. En avall d'aquesta darrera població, la seva influència hauria estat notablement menys sensible. Creiem impossible la realització d'aquets pantans, per l'excessiva amplada de les valls que exigirien longituds de presa anti-econòmiques.

Pantà de Sau.

Aquest pantà està previst per a ésser emplaçat a cosa d'un kilòmetre, aigües avall, de la resclosa del Molí de Sau, en plenes Guilleríes, en el lloc menys desfavorable, puix que no existeix cap congost que sigui indicat per a assentar-hi una presa. Denota el lloc d'emplaçament, l'aparellatge que pot veures-hi de sondes i assaigs, propietat dels Serveis Hidràulics del Pireneu Oriental.

Encara que el seu resultat econòmic no pugui ésser més dubtós, s'ha estudiat, junt amb el pantà, la realització del Salt de peu de presa corresponent. Les seves turbines, amb una altura d'aigua variable de 10 a 15 mts., potser de dos rodets, revestirien una gran complicació mecànica.

L'embassament s'extendria fins a Còdol Dret i S. Pere de Casserres. Inundaria per complet el poble de S. Romà de Sau fins a més de mig campanar, i llurs pagesies, així com tota la Vall.

Entenem que seria una equivocació molt grossa la creació d'aquest pantà.

Sense altre benifet que el de crear una obra el rendiment econòmic de la qual es presenta molt dubtós, i que no respon a cap necessitat, puix que els limitats regatges del Gironés i baix Empordà no necessiten certament cabals més importants que els mínims que porta el Ter tot i durant els més greus estiatges, s'hauria de sacrificar la meravellosa, la imponderable Vall de Sau.

La Vall de Sau és, després de Montserrat, la més gran meravella de Catalunya i, després d'Ordesa, de tot Espanya. Poc coneguda —solament és freqüentada pels nostres excursionistes i per la gent de les comarques de Vic i de Girona— és d'una tan extraordinària beutat, que, per desgràcia la seva pèrdua (per la inundació), no seria amb prou feines sentida, com es mereixeria.

Convé remarcar que la Vall de Sau és quelcom de tan magnífic, és un compendi tal de bellesa de la Natura, que —si estigués en mans d'un poble qui sapigués treure més partit de les seves coses, ja s'en hauria aconseguit més profit— no podem

tenir cap dubte que aquesta Vall està destinada a esdevenir un «indret» de caràcter universal, que es coneixerà arreu, i que vindran d'arreu turistes a visitar-la, tal com succeeix amb Gavarnie, Interlaken, la Jungfrau, el Mont Cervin, el Mont Blanc, etc.

Val la pena de que desapareixi una cosa tan admirable, per la pruija de fer un embassament d'un resultat tan dubtós?

La seva zona de regatges, en primer lloc, comprendria la regió de la Cellera, desembocadura de la riera d'Ossor i Anglés, les voreres del Ter, regió de Bescanó, Sant Gregori, Santa Eugènia, Salt, Vilablareix, Aiguaviva, Girona, regió de les riberes des de Celrà (i Sarrià del Ter) cap a Medinyà, Bordils, Sant Joan de Mollet, Flassà, Sant Jordi Desvalls, Colomé, Jafré. La importància dels regadius es destaca més a les regions baixes: Serra de Baró, Parlabà, Casarells, Ullestret, Castell d'Empordà, Vullpellac, Peratallada, Torrent, Palau Sator, Regencós, Fontanillas, Gualta, etc. A la part Nord del Ter, aquests regs es confondrien amb els derivats del pantà de Crespià, a la regió de Torroella de Montgrí, Ullà, Vergés, La Tallada, Belcaire, Albons, l'Escala, etc.

La presa està prevista d'uns 65 m. d'altura. Emmagatzemaria el pantà uns 80 milions de m. c. amb una extensió d'uns 15 kmts. A la presa hom hi preveu un alleujador amb comportes automàtiques. L'embassament anul·laria l'abandonada instal·lació hidroelèctrica del Molí de Sau i les concessions i obres d'aigües amunt fins a Còdol Dret.

Hom suposa al salt de peu de presa una potència d'uns 24.000 CV. L'altura, variable de 34 a 62 m. El màxim del cabal, 38 m³ (hom preveu l'utilització del salt solament per deu hores). La presa estarà construïda en formigó en massa, i amb les següents característiques: Longitud coronació, 220 m. Cubicació, 160.000 m³. Amplada de la presa en la seva base, 50 m. Talús aigües amunt, 4 % i avall 70 %.

En certes condicions, la capacitat pot ésser superior als 80 i arribar als 117 milions de m. c.

Concessions existents sobre el riu Ter.

Existeixen dos salts principals, en amunt de la presa de l'Electra-Brutau a Set Cases, amb desnivells superiors als 750 mts. El que és escàs es el cabal: donarem una idea força precària sobre la potència d'aquests salts dient que no sobrepassarien els 3.000 CV. instal·lats.

Dins la zona afectada pel Pantà de Sau, hi existeix la concessió del Salt de Casserres-Sau, la qual presa es trobaria a la sortida de les fàbriques de Roda (Còdol Dret), vora la desembocadura de la Gorga. La Central es trovaria ja a la Vall de Sau, amb uns 4.000 CV.

El grup més important de salts en potència, dins del Ter, és el que forma les concessions de la Societat «Salts del Ter S. A.» en el tram de les Guilleríes. La vessant del canal d'un dels Salts, vé marcada pel camí de Querós a Susqueda, i en alguns indrets del terreny es veuen algunes senyals d'obres.

Aquests salts són dos: 1^{er} el de Códol Dret, d'uns 1.574 CV., un cabal d'uns 6 m³/sg. i una altura d'uns 29,9 mts., amb una conca d'uns 1.450 km², i 2^{on}, el de Càn Riera, que compta amb uns 16.000 CV, un cabal de 10 m³/sg. i un salt d'uns 173,76 m. i una conca de 1.633 km². La longitud del canal de conducció d'aquest darrer salt representa 17.500 metres.

Resulta molt interessant la proximitat a Barcelona d'aquests salts (uns 60 km.) així com a Girona (uns 30). Estan situats en la comarca més salvatge de tot Catalunya, i és curiós que en tota ella no hi hagi una sola comunicació ni un sol aprofitament, tot i que el riu acaba, en ella, d'atravesar la zona fabril del Ripollès i Ausona, i abans de desembocar a la zona agrícola-fabril de Girona.

El Pantà de Sau permetria triplicar la potència dels mateixos, mitjançant la regulació que crearia (antieconòmica, però). Pot contribuir a la posta en valor d'aquests salts, la gran línia A. T. 110 KV. Vic-Girona.

II

Estudi del Llobregat i de la seva conca

En la part superior de la conca del Llobregat, es nota, encara que menys accentuadament que en el Ter, l'influència pirenaica. En el restant, ve determinada per règims més o menys torrencials i per l'escassetat de pluges.

Per l'E. limita amb la conca del Ter (V. aquest riu), i, pel S. E. amb la del Besós, per les montanyes que formen l'estrep de Bertí i St. Llorenç del Munt. Corona el N. de la Conca, així com la part O., la carenada o «esquena d'ase» central de Catalunya (V. la descripció en parlar del Segre) fins a la regió de Sta. Coloma de Queralt. D'ací la divisòria es dirigeix per les serres de Miralles, La Llacuna, i Mediona, cap al llogar del Penadés (regió de Puigdalba). Acaben de determinar-la, els serrats de les Costes de Ponent, que des de Subirats s'enfilen a Puigdagulles (coronant Oleseta) i d'ací cap a Begues i St. Ramon.

Veus ací els cabals més importants de Llobregat. A Pobla de Lillet, 700 lts. Berga, 1.40 m³. Sallent, 2.2 m³. Monistrol, 4 m³. Id. del Cardener: A St. Llorenç del Morunys, 600 lts. Cardona, 1.5 m³. Manresa, 1.7 m³. Id. del Bastareny, a Bagà 500 lts. Id. de l'Aiguadora, 300 lts. (mitjà).

La potència total possible d'aquest riu, es de 68.000 CV. L'instal·lada actualment és, aproximadament de 48.000 CV. Incloent-hi en ambdues, el Cardener. Per això hi ha diferència entre la possible i la instal·lada, car en el Llobregat són quasi iguals, puix que, llevat d'algun insignificant tram, està *totalment* utilitzat.

Diversos projectes de pantans reguladors.

Entre els més importants que s'han previst en aquesta Conca, són a citar; sobre el Llobregat (o afluents directes) els de Saldes, Cabrianes, Vilumara, i Boades. Sobre el Cardener, els de St. Pons,

Sorba, Cardona, Malagarriga. I sobre el Noia, els de Jorba i Mediona.

El primer, o de Saldes, deu regular la capçalera del Llobregat, per mitjà del Gisclareny.

Pantà de Cabrianes.

Es preveu a base de les següents característiques: capacitat de l'embassament, 37.620.000 m³; volum de la fàbrica, 56.300 m³; altura presa, 34 m.; longitud coronació, 226 m.; obres i expropiacions per valor d'uns 10 milions. La seva eficàcia vindria garantida per la conca afluent del pantà, d'uns 1.540 km². El seu salt de peu de presa tindria uns 1.500 CV. L'augment, en estiatge, que produiria, seria d'uns 3.500 lts./sg.

Combinat amb aquest s'ha estudiat l'instal·lació (fins a unes 8 variants), del Pantà de Vilumara (prop de Manresa) beneficiant-se directament del Salt de «Les Marcetes». La capacitat d'aquest pantà se de 7.000.000 m³ amb 26 mts. d'alt de presa. Junt amb el Pantà de Vilumara, en indret acongostat, prop de la confluència del Cardener aigües avall, s'ha projectat un altre barrat, el de Boades.

Aquets tres pantans, junt amb els del Cardener, fornirien una regulació molt eficient, sobre el Llobregat a partir de S. Vicens de Castellet. Un augment de potència (uns 10 a 15.000 CV.) molt apreciable s'obtindria en tot el conjunt de salts que es troben des de aquesta darrera població fins a Martorell (augment de la possible i aprofitable potència mitjançant la maquinària instal·lada).

El principal resultat obtingut, seria, no obstant, la possibilitat de aconseguir cabals molt superiors i regulars, per tal d'atendre els regatges del Baix Llobregat, zones de regs del Canal de l'Infanta i de la Dreta del Llobregat, tan afligides dels estiatges.

Els Salts d'aigua que sortirien beneficiats, i algú d'ells afectat per aquets pantans, són els que corresponen a les indústries que segueixen:

J. Sitges (Bertran) (140 CV.), Guitart i Salvadó (140), Fills de R. Clarassó (150), Francesc Vives, Successors d'Isidre Puig (347), J. Raventós (60), Indústries i Magatzems Jorba S. A. (Rocafort) (400 + 28 + 105), Cia. Fabril de Carbons (150 + 187), Albert Armengol (27), Soler Bohigas (475), Balet i Vendrell (177), Filatures Avià, Serramalera, Burés (Man⁹ Llobregat i Ter) (Castellvell) (400), Balcells (427), Roca Humbert (160), Puig i Font (427), Francesc Gomis S. A., «Fuerza y Alumbrado S. A.» Central elèctrica (600), U. I. Cotonera (300), Sedó (150 + 200 + 3.000 + 1.600), Indústria Olesana (130), Manufactura Tèxtil, Fontdevila i Torras (150), Central de Corbera (2.100), Fills de P. Rovira, Filla de J. Ferrer Mora (300), Artur Suqué (113).

El Pantà de Sant Pons, sobre el Cardener, sempre que un detingut estudi l'acredités d'econòmic (i es demostrés que el seu emplaçament posseeix bones condicions físiques), compta amb una conca tan extensa (dos quintes del Cardener) que el faria útil, tot i tenir encara característiques de pantà de la capçalera determinada per les serres del Port del Comte, Cadinell i Serra del Verd, amb abundoses neus. L'emplaçament es trobaria entre Olius i Clariana a

5 kms. aigües amunt de la confluència de la Riera de Solsona; veus ací les principals característiques: presa 44 m., alt. capacitat 25.000.000 m³, zona regable 5.000 Ha.

L'Aiguadora, el gran afluent del Cardoner, vindria regulada pel pantà de Sorba, que rebria les aigües de la seva entera conca (vessants de les serres d'en Cija, Peguera i Verd, que reben gran quantitat de neus durant el pic de l'hivern). Aquest pantà emmagatzemaria 27.000.000 m³ per mitjà d'una presa de 46 m. d'alt. i beneficiaria una extensió d'unes 5.000 Ha. Immediatament després de l'anterior, i ja sobre el Cardoner, un nou pantà completaria l'acció d'aquest, amb una capacitat de 6 milions de m³, reixits mitjançant una presa d'uns 30 m. d'altura: seria el pantà de Cardona, d'execució verament dubtosa.

Encara, sobre el Cardoner, aigües avall de Cardona, està previst un nou pantà, immediatament després de l'aiguabarreig amb la riera de Montclar (en un bucle del riu), el pantà de Malagarriga, amb una presa de 30 m. i una capacitat de magatzematge d'uns 12.000.000 de m³ beneficiant una superfície de reg de 2.400 Ha. Per a tenir una idea dels establiments fabrils (la totalitat) de la conca del Cardoner que sortirien beneficiats d'aquest pantà, vegeu la llista a la pàgina 370 del V. II de la nostra obra «Visió Econòmica de Catalunya».

Combinant-se amb els projectes hidroelèctrics existents per part de la Societat «Cooperativa de Fluid Elèctric, S. A.», podria crear-se algun pantà de capçalera a la Vall de St. Llorenç de Morunys. A pesar de les dificultats de no existir grans eixamplaments (capaços de contenir embassaments) darrera de les gorges, tan a propòsit per a l'establiment de barrats sota les muralles naturals de Busa i de Basetts, contraforts de les serres d'en Cija i del Port del Comte, si es pogués realitzar alguns d'aquets pantans, tot i el que resultaria cara la seva execució, es contribuiria més eficaçment que enlloc a la tan necessària regulació del Cardoner, indispensable, entre altres coses, per a la perfecta evacuació de les aigües residuals carregades de sals potàssiques que fan salobre el riu. Pot consultar-se la Memòria de l'any 1932, de la «Junta Superior de Sales Potásicas de España» (Madrid), per a major informació sobre aquesta matèria.

Inventari de concessions en el Cardoner.

Les concessions de la Societat «Cooperativa de Fluid Elèctric S. A.» en aquests trams són:

Sobre el Cardoner: Salt del Cardoner, de 26 m. alt. i 695 C. V. Salt de Ratavilla, de 210 m. alt. i 5.584 CV. (Aquest salt i l'anterior preveuen embassaments per valor de 23 milions de m³. Salt d'Olius, de 18.50 m. i 634 CV.).

Sobre l'Aiguadevall: Salt de Gòsol, de 127 m. desnivell i 421 CV. Salt de Farnés, de 103 m. i 602 CV. (possibilitat d'un embassament de 2 milions de m³). Salt d'Aiguadevall, de 293 m. i 2.405 CV. (possibilitat d'un embassament de 3 milions de m³).

Estudi del Segre i de la seva conca

En aquest estudi, separem el Segre dels seus afluents, Noguera Pallaresa i Noguera Ribagorçana, que considerem separadament.

Determina la conca del Segre pròpiament dita, la gran «esquena d'ase» que forma l'espina dorsal de Catalunya, i que s'extén des de la serra del Cadi, per les muntanyes de Solsona, cap a les grans altiplanícies centrals de Catalunya (Segarra), serres de Prades, etc., fins els serrats que van a morir a Tortosa. Això, per l'O. Pel N. és tota la carena pirenaica, des de Toses fins el límit de Catalunya (Ribagorça), advertint que, com sap el lector, a l'oest del Tuc de Mauberme i Marimanya, es dirigeix cap al port de la Bonaigua, deixant la Vall d'Aran a la dreta, vessant atlàntica, per bé que tota aquesta secció de Pireneu ja pertoca a la conca del Noguera Pallaresa. La divisòria entre aquesta conca i la que ens ocupa, la constitueixen les serres d'Os i Vixesarri, Ras de Conques, regió de Castellbó, Port de la Basseta i Sant Joan de l'Herm, cadena de Junyet i Tahús; l'enorme serralada del Boumort i grans trencalls de Santa Fé, encinglerats; les altures de Comiols i gran serralada del Montsec. Tots aquests límits (els del cantó E. són els mateixos del cantó O. del riu Llobregat), determinen una superfície total de conca de 6.540 km². Amb els Nogueres la conca total del Segre arriba a 11.432 km².

La potència instal·lada, en el Segre sol, és d'uns 80.000 CV.

Les característiques de la Conca del Segre, mereixen un estudi apart.

En la part alta, el règim és francament pireneic, que s'acusa dins la conca del Valira (Andorra), amb les seves tan ràpides fraus. Una major dolcesa atmosfèrica, que és causa d'una major bellesa del paisatge, denota, a la Cerdanya, l'existència d'un clima de caràcter alpi. La capçalera del Segre i del Carol (territori políticament francès) és francament pirenaica.

Un clima, si cap, encara més dolç, que repercuteix en les produccions del país (fruiterars, pastures) i en les apacibles perspectives, s'observa a la Seu d'Urgell.

En canvi, entre els congostós de Tres Ponts en avall del Pla de Sant Tirs i Oliana, es troba la gran regió calcària, el clima de la qual presenta, ja, característiques de transició cap a una molt major sequedat. I, en efecte, els afluents de la Conca, com el Llobregós, el Corp, de Pons en avall, ja presenten les característiques pròpies del «Sahara espanyol» (estepàries), que ja no es deixen fins a Mequinenza. Es clar que tals característiques són quelcom corretgibles amb les transformacions de terreny, i fins climàtiques, que comportarien els grans pantans i regatges projectats.

Abans de passar a la descripció del riu Segre, cal citar les temptatives que hom ha realitzat, en territori políticament francès, per tal de desviar el

riu Carol, des de la seva estricta capçalera —estany de Llanós— i llençar les seves aigües cap a l'Ariège, beneficiant-se així del gran salt d'aigua que s'obté. Entre 1922 i 1927, el bon resultat obtingut per molts alts salts d'aigua —emplaçats a les mateixes capçaleres, amb escassíssima conca— tipus Capdella o Orlu, va fer fixar els tècnics, amb quasi exclusiva preferència, en aquesta classe de salts, sobre tot quan es disposa d'un llac (en aquest cas, el de Lanós), amb un desnivell aprofitable de més de 1.000 m.; cosa anàloga ha succeït en la electrificació d'Andorra, tan diferent en altres aspectes, (com en el fet de no ésser de capçalera), de Capdella, aon el llac d'Engolasters s'ha fet servir a l'ensens que de magnífica cambra de càrrega, d'acumulació. Es clar que, avui dia, hom veu que aquells tan alts salts situats en les capçaleres no són tan econòmics com aquells altres on la conca de receptacle a la presa, és major, i, en canvi, el desnivell es menor, oscil·lant de 2 a 500 m. com a màxim (exemple, els bells salts d'Andorra). Sigui com sigui, però, s'havia a França previst aquell projecte, que enriquiria més la ja rica conca atlàntica, i empobriria la ja pobra conca mediterrània, tan escassa en aigües i que tanta necessitat té de totes i cada una les que hi afllueixen.

Per aquesta raó, tot i tractant-se d'una conca reduïda, la portada de les aigües del Lanós cap a l'Ariège, mermaria sensiblement el caudal del Segre. Puix que, per bé que el Carol sols representa la meitat de la capçalera del Segre, i del total de les seves aigües en el seu ple curs una quantitat molt petita, és un fet notori que la influència d'aquell, és tan sensible, que els riberenys d'Urgell, pel color de les aigües, coneixen quan hi ha hagut tempesta o aiguat (d'origen atlàntic) en la conca del Carol.

L'oposició irreductible, força lògica per altra banda, dels citats riberenys, ha tingut la fortuna —que no sempre, per desgràcia, succeeix així— de trobar l'apoi dels Governes espanyols, i de que aquets es decidissin a reclamar els seus drets davant de França, cosa que moltes vegades no gosen a fer, per més que els sobri la raó.

Inventari general de concessions en els primers trams.

Entre Bellver i Alàs, tram característic de riu de conca allargassada, citarem les Concessions que hi existeixen, projectes del Sr. Vicenç Pelegrí, avui sots el control de «Riegos y Fuerzas del Ebro».

1º Salt de Sant Martí del Castell, la cua del qual arribaria fins el pont de Bellver. Altura 32 m. Embassament 32 milions de m³.

2º Salt de Martinet, la cua del qual arribaria fins sota el pont de Martinet. Altura de la presa 29 m. Embassament 7 milions de m³.

3º Salt de Pont de Bar. Altura 60 m. Embassament 25 milions de m³. A Pont de Bar, ja existeix un salt d'aigua (no es confongui amb el salt que allí es troba, propietat de la C. E. U.).

4º Salt de Sant Vicenç. Altura 42 m. Embassament, 5 milions de m³.

5º Salt d'Arseguel. Altura 31 m. Embassament 3 milions de m³.

6º Salt d'Alàs. Altura 38 m. Embassament, 14 milions de m³.

El desnivell total de les concessions és d'uns 271 m. i el global brut d'uns 300 m. L'aprofitat de 232 m. El conjunt dels canals agafa una longitud de 26 km., el de la potència instal·lada total de 30.000 CV., i el dels embassaments, no menys de 86.000.000 m³.

S'han realitzat molts estudis, i han estat molts els qui hi han redactat projectes, sobre l'afluent del Segre, riu de la Llosa, que deu el seu origen als estanys de Vallcibera o Montmelús, i que devalla ràpidament des de la capçalera, un desnivell de 1.200 metres, amb un règim, però, excessivament torrencial, que amb prou feines podrien regular els dessus dits estanys, ben aprofitats. Altrament, les condicions de les fraus, longitudinalment inclinadíssimes, exigirien la col·locació d'una tuberia forçada, estreta, però enormement llarga (uns 8 kms.). Cal esperar que l'esgotament de les nostres reserves hidràuliques, justifiqui la posta en vàlua de salts com aquest, antieconòmics.

En el tram del riu Valira, entre la Farga de Moles i les proximitats de la Seu, beneficiada per les possibilitats de regulació del riu que es derivarien, per al tan cobejat «règim de puntes», del conjunt de l'electrificació d'Andorra portat a cap per «Forces Hidroelèctriques d'Andorra, S. A.», (cambra natural de càrrega-acumulació constituïda pel llac d'Engolasters), «R. i F. del Ebre» hi té una concessió coomportant uns 5.000 CV. Aquesta Societat controla la dita concessió per mitjà de la Companyia «Caminos de Hierro, Saltos y Minas de Cataluña, S. A.».

Estudiem el tram del Segre entre Hostalets i Pons, que és el tram clàssic de les possibilitats hidroelèctriques, i dels grans pantans. Veiem primer el riu Lavança, el darrer dels principals afluents del riu Segre.

Inventari general dels trams mitjans del Segre. Possibles salts i pantans.

La Societat «Cooperativa de Fluïd Elèctric, S. A.», poseeix una concessió per un salt, que fóra viable mercès a un embassament de 62.000.000 m³. Aquesta formidable reserva, indispensable per a regular el seu tan precari règim —en el cas de que la seva construcció no resultés anti-econòmica, per enormement costosa— permetria instal·lar una potència tal en maquinària per poder aprofitar fins a 10 m³/sg., en un desnivell de 379.50 mts., a una altitud mitjana de 1.500 m. s. n. m. La potència normal seria de 8.295 CV. però l'instal·lada sobrepassaria els 30.000. Diem que probablement seria antieconòmica la construcció d'aquest salt, també, per les condicions duríssimes del terreny: el riu es llença al Segre per dins d'un murallam de gorges calcàries. Això, ademés de la ja citada irregularitat del cabal, originat en conques totalment devastades, solament beneficiat per un afluent, el barranc de Coll de Creus o d'Adrahent, que neix en el si d'una notable capa

forestal, únic indret d'aquesta zona ròcosa capaç d'oposar alguna resistència a les aigües atorrentades.

De la mateixa C. de F. E. S. A. són les concessions que segueixen:

Salt del Pont d'Espia, 39.85 m. desnivell 10.190 CV. mitjans, 1.700.000 m³embassament.

Id. de la Reula, 16 m. desnivell, 4.312 CV., i un embassament de 2.500.000 m³.

Id. d'Hostalets, 14 m. desnivell i 3.217 CV.

Id. de Plà de Sant Tirs, 40 m. desnivell i 8.724 CV. La C. de F. E., S. A., posseeix, com p. ex. vora d'Organyà, instal·lacions aforadores remarcables.

L'Unió Elèctrica de Catalunya (o societats del seu grup) posseeix importants concessions en avall d'Organyà, i de Coll de Nargó, que ja venen afectades pels projectes dels pantans de Oliana i Clua. La seva desaparició serà a bastament compensada pels salts de peu de presa que s'originaran en els esmentats pantans.

Abans de passar a llur descripció, donarem alguna altre informació sobre les possibilitats de tram que ens ocupa.

Un embassament d'importància, podria establir-se, sense dubte, mitjançant la creació d'un barrat dintre d'aquell Congost, el qual embassament inundaria part dels voltants d'Hostalets, La Bastida, Plà de Sant Tirs, Ortó, etc., i ocuparia part dels eixamplaments d'aigües amunt de Tres Ponts. Potser requerirà sumes proporcionalment massa quantioses en expropiacions: altrament no deixarà de constituir un bon complement per als grans i projectats estanys de Clua i d'Oliana, tot i que difícilment sobrepassaria els 30 milions de m³. El salt de peu de presa corresponent, tindria també alguna importància.

Complement immediat de l'estany d'Oliana, en seria un altre que podria crear-se, mitjançant la construcció d'una presa de grans dimensions a l'entrada del Congost d'Espluvins (costosíssima, per tant) en avall de Coll de Nargó, i que inundaria la seva vall i la d'Organyà, amb una reserva d'uns cinquanta milions de m³, i amb un bell salt de peu de presa.

Grans pantans.

Passem ara a la descripció dels dos grans pantans que deuen contribuir a l'augment i major propulsió dels regatges d'Urgell.

Pantà d'Oliana. Veus ací les seves principals característiques: altura de la presa 70 m., amb fonaments, 82 m. capacitat, 70 milions de m³ (com se veu, no es massa extraordinària, puig que el cost per m³ d'aigua emmagatzemada seria de 0.20 ptas. aprox^o, deduït del pressupost total de les obres, que és de 8.300.000 ptas.). Força del salt de peu de presa corresponent en l'abaixament, 21.000 CV. El volum d'ella serà d'uns 263.200 m³.

El salt de peu de presa d'aquest pantà anul·laria la concessió que posseeix en el mateix emplaçament, la Societat «Pantanos y Regadíos, S. A.»: un geganti salt, mitjançant una presa de 80 m., amb un cabal

de 25 m³ i una capacitat d'uns 40.000 CV. No cal dir que la cúa d'aquest embassament arribaria fins a Pont d'Espia, vora Organyà.

Faria molt més fàcil la realització d'aquest salt de peu de presa, la seva relativa proximitat a les xarxes d'A. T. que passen per vora de Pons, pertanyents a la E. E. C. i a la C. de F. E.

La presa d'Oliana vindria molt ben assentada sobre fermes roquerars calcaris pertenyents al terciari, Amb tota probabilitat, el terreny, però, oferiria moltes filtracions.

Pantà de Clua. Es preveu amb la presa situada sobre el bucle que forma el Segre a l'indret d'aquest nom, vora de Castellnou de Basella. A 2 km. en amunt de Clua.

Les característiques del servei que reportaria aquest Pantà serien les següents:

Volum alimentador 967.500.000 m³. Capacitat de l'embassament, 103.000.000 m³. Superfície de la Conca, 2.789 km².

Cabal mitjà anual del riu a la presa: 30.7 m³/sg.

Nova zona regable: 14.000 Ha. Conjunt de la zona regable millorada: 38.800 Ha.

Força en estiatge del Salt de peu de presa: 7.500 KW.

Id. instal·lada aproximadament: 30.000 CV.

Cost aproximat de la presa: 7.100.000 ptes. Id. dels canals, 6.300.000 ptes.

El salt de peu de presa corresponent, seria tan més factible, quant que, com ja havem dit, per Pons passen grans línies d'A. T.

La presa seria d'enormes dimensions: més de 60 mts. d'altura i 200 mts. de longitud. La part de treballs de sondatges així com les obres dels futurs fonaments serien necessàriament, importantíssimes. El terreny per a instal·lar la presa sembla bo, existint en ell, també, la part d'alluvió.

Aquest embassament inundaria part de la contrada de Clua, La Basella, Les Masies, Aguilar, etc., amb unes despeses d'expropiació vertaderament extraordinàries.

No podem acabar l'estudi del Segre, sens donar compte d'una darrera possibilitat que en ell existeix. Es refereix al Salt de Serós.

Podria, aquest salt, degudament modificat, ésser aprofitat per a finalitats d'acumulació utilitzant el seu gran estany com a cambra de càrrega, per a finalitats d'acumulació, no impossible des de el moment que pot, més o menys difícilment, disposar del cabal del riu Cinca, per a fornir l'aigua necessària.

Tot i que la profunditat dels estanys que formen la cambra de càrrega és exigua, i que caldria potser doblar-la (cosa quasi be impossible per costosa), sempre arribarien a poder utilitzar-se potser uns 30.000 CV. sobrants en certes hores a la Xarxa catalana, per a finalitats acumulatives. Naturalment, es faria indispensable la construcció de la derivació del Cinca, des de Fraga fins a Serós (amb grans túnels, etc), cosa costosa i difícilíssima.

(Acabarà)

(Vegeu el Mapa de les pàgines centrals).



SIGNES

- Concessions hidràuliques en cv
- Central hidràulica en marxa en kW
- id tèrmica
- id transformadora
- Circuit de molt alta tensió
- - - id per a montar
- ⋯ id en projecte

MEMÒRIES DE FÍSICA TEÒRICA

Las ideas fundamentales de la Mecánica Ondulatoria, y la analogía entre los principios de Maupertius y de Fermat

por Jaime Viñallonga Garriga, Ingeniero Industrial

A D. Mario Giménez Ruiz

De la analogía de los principios fundamentales de la Mecánica y de la Óptica, señala el autor la doble interpretación corpuscular y ondulatoria que puede darse a la dinámica del punto, y expone—paralelamente a la expresada analogía,— las ideas directrices de la Mecánica Ondulatoria.

La Física tiene dos principios que presentan en su forma matemática una estrecha analogía.

El primero de ellos, se deriva del primer principio de la Mecánica, llamado de mínima acción. Dicho principio expresa, que para todo movimiento real, la integral de una cierta función llamada de Lagrange, es un mínimo.

Si se expresa el principio de la mínima acción en forma de integral curvilínea, y se considera el caso restringido de un campo exterior constante, la forma anterior degenera en el llamado principio de Maupertius, que en coordenadas rectangulares⁽¹⁾, puede expresarse por la siguiente integral curvilínea, que es un mínimo,

$$\int m \vec{v} ds = \int \vec{p} ds \quad (1)$$

es decir, el trabajo del vector cantidad de movimiento al recorrer la trayectoria, es más pequeño para el movimiento real, que para otro movimiento cualquiera.

El segundo, que pertenece al dominio de la Óptica, es el llamado principio de Fermat, que se expresa diciendo: Un rayo que partiendo de un punto 1, va a parar a un punto 2, ha de satisfacer a la integral de Fermat, que también es un mínimo, y que puede expresarse así:

$$\int_1^2 \frac{v}{V} dl = \frac{v}{c} \int_1^2 n dl \quad (2)$$

estando extendida la integral curvilínea a lo largo de la trayectoria del rayo, siendo v y V respectivamente la frecuencia y la velocidad del rayo en un medio dispersivo de índice n .

Fué Luis de Broglie, quien reflexionando sobre la analogía existente entre las relaciones (1) y (2), que más adelante pondremos de manifiesto, y de la consideración de la relación de los quanta,

$$W = hv \quad (3)$$

introducida por Plank en la expresión de la energía⁽²⁾, desarrolló la idea, —permítasenos emplear

(1) Como caso general pueden considerarse coordenadas cualesquiera.

(2) es decir que la energía se transmite por quanta proporcionales a la frecuencia de la radiación.

su misma expresión—, «de querer asociar siempre el concepto de corpúsculo, al de periodicidad» para ligar la dinámica del punto material a la propagación de una onda. Así, si asociamos al corpúsculo en movimiento, un fenómeno de naturaleza ondulatoria, es evidente que la expresión matemática de la onda asociada, dependerá del sistema de referencia desde el cual observamos el movimiento. Si consideramos el sistema de coordenadas ligado invariablemente al corpúsculo, parece lógico —y los resultados han de justificarlo luego—, que la onda asociada tenga por expresión, (salvo la amplitud):

$$\cos 2\pi \nu_0 t_0 \quad (4)$$

(si escogemos convenientemente el origen de tiempo), es decir, la de una onda estacionaria. El subíndice cero hace referencia al sistema coordinado, que llamaremos sistema propio; ν_0 será la frecuencia medida en dicho sistema, y la denominaremos frecuencia propia.

El problema de encontrar la expresión de la onda asociada, para otro sistema de referencia animado respecto al corpúsculo de un movimiento uniforme, se reduce al cambio de ejes coordinados de la Mecánica Relativista.

Si para simplificar, suponemos que el movimiento del corpúsculo tiene lugar según la dirección del eje de las z , del nuevo sistema x, y, z , sabremos que las fórmulas de transformación que ligan las coordenadas antiguas x_0, y_0, z_0, t_0 , a las nuevas x, y, z, t , son:

$$x_0 = x, \quad y_0 = y, \quad z_0 = \frac{z - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad t_0 = \frac{t - \frac{\beta z}{c}}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (5)$$

siendo v la velocidad relativa de traslación, y β la relación habitual $\beta = \frac{v}{c}$.

Substituyendo la cuarta de las expresiones (5) en la fórmula (4), tendremos para expresión de la onda asociada al corpúsculo en el sistema, x, y, z, t , que en adelante llamaremos fijo, por suponer que desde él se observa el movimiento:

$$\cos 2\pi \nu_0 \frac{t - \frac{\beta z}{c}}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (6)$$

Si definimos ahora una nueva frecuencia:

$$\nu = \frac{\nu_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (7)$$

y una nueva velocidad:

$$V = \frac{c^2}{v} \quad (8)$$

la expresión (6) puede escribirse así:

$$\cos 2\pi \nu \left(t - \frac{z}{V} \right) \quad (9)$$

es decir, que la onda asociada referida al sistema fijo, tiene una frecuencia ν definida por (7), y progresa en la dirección positiva del eje de las z , con la velocidad de fase V expresada por (8).

Es fácil constatar, que esta velocidad de fase ha de ser siempre mayor (o en caso límite igual) que la de la luz. De momento, ninguna interpretación física se puede dar a una onda animada de una tal velocidad, porque precisamente, uno de los postulados de la Teoría de la Relatividad, expresa que aquella velocidad es la máxima que puede alcanzar cualquier sistema en movimiento. Solamente en el caso en que la masa del corpúsculo decreciese más y más hasta anularse, —como sucede con los fotones o partículas de luz—, podría coincidir la velocidad de fase con la del corpúsculo, porque entonces, alcanzando aquella su valor mínimo, se movería lo mismo que el corpúsculo a la velocidad de la luz.

A pesar de ello, por la analogía de las ondas luminosas con las que venimos considerando, nada nos impide definir para éstas, en el sistema fijo, un índice de refracción por la relación habitual:

$$n = \frac{c}{V} \quad (10)$$

teniendo en cuenta por (8) que:

$$V = \frac{c}{\beta} \quad (11)$$

en virtud de (7) podremos escribir:

$$n = \sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{v} \right)^2} \quad (12)$$

que nos expresa la dispersión de las ondas asociadas, definidas por la frecuencia propia ν_0 .

El establecimiento de la analogía que acabamos de señalar, por la que se asigna una dispersión ideal a cada onda asociada, ofrece mucho interés, porque de la consideración de la llamada velocidad de grupo de Lord Rayleigh, nos veremos conducidos a una nueva ligazón muy interesante entre ondas y corpúsculos.

Veamos primero en qué consiste la velocidad de grupo de Rayleigh. Consideremos no ya una sola onda plana monocromática, sino multitud de ellas, que llamaremos grupo, de frecuencias comprendidas entre $\nu \pm d\nu$, propagándose en la misma dirección, con dispersión:

$$n = f(\nu) \quad (13)$$

Consideremos el instante en que todas las ondas del sistema están en concordancia de fase. La amplitud resultante será el «máximo maximorum» de las sumas de amplitudes de cualquier instante, pero debido a que la dispersión depende de ν , las velocidades de fase de las diferentes ondas diferirán ligeramente, y el citado máximo se desplazará con el grupo de ondas, a una velocidad en general diferente de las velocidades de fase de cada una de ellas.

Dicha velocidad de Rayleigh resulta ser:

$$U = \frac{c}{\frac{d(n\nu)}{d\nu}} \quad (14)$$

Así, si asociamos al corpúsculo, no ya una onda plana monocromática, sino un grupo de ellas, perteneciente al dominio espectral $\nu \pm d\nu$, siendo ν la frecuencia correspondiente a la onda primitiva, y buscamos la velocidad de grupo de estas ondas asociadas, vamos a ver que dicha velocidad vale precisamente la velocidad del corpúsculo. En efecto: substituyendo en la fórmula (14) el valor $n\nu$ que se deduce de la (12), encontraremos,

$$U = nc = \beta c = v \quad (15)$$

de acuerdo con lo que acabamos de enunciar.

Al llegar a este punto, no es difícil de ver, que estamos más cerca de la realidad al introducir el grupo de ondas asociadas (1). Precisamente al progresar en el estudio bosquejado, nos habremos de servir del citado complejo para estudiar sistemas de ondas hasta en número infinito, que ocupan una región limitada del espacio, llamados trenes de ondas, que están revestidos de una importancia excepcional, porque pueden aplicarse con éxito a la excelente explicación de multitud de fenómenos.

Detengámonos ahora en este punto, y volvamos a nuestra onda primitiva, para pasar de las condiciones ondulatorias y cinemáticas que hasta aquí hemos considerado, a las magnitudes que expresan energéticamente el movimiento en forma relativista. Para expresión de la energía y de la cantidad de movimiento del corpúsculo, considerados respecto al sistema fijo, tendremos respectivamente:

$$W = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (16)$$

$$\vec{p} = \frac{m \vec{v}}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (17)$$

Si introducimos ahora para la energía, la relación cuántica (3) establecida anteriormente, el valor absoluto del vector cantidad de movimiento, valdrá en función de las constantes de la onda asociada:

$$p = \frac{h\nu}{V} \quad (18)$$

(1) Al menos, se observa una conexión más íntima entre el corpúsculo y el grupo de ondas asociadas, que entre aquel y la primitiva onda plana monomática; más adelante justificaremos la necesidad de su introducción.

y para frecuencia deducida de la relación anterior:

$$\nu = \frac{1}{h} \frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad (19)$$

Así, a todo corpúsculo de masa m que se traslada respecto a un sistema fijo con velocidad \vec{v} , se le debe asociar una onda monocromática cuya frecuencia ν viene deducida en función de la energía por la relación (19), propagándose en la misma dirección que el vector \vec{v} , con la velocidad de fase dada por (18), en función de la frecuencia y de la cantidad de movimiento.

Si pasamos de la frecuencia a la longitud de onda, tendremos como se sabe:

$$\lambda = \frac{V}{\nu} = \frac{h \sqrt{1-\beta^2}}{m\nu} = \frac{h}{D} \quad (20)$$

Pero ya se ha visto anteriormente, que los grupos y trenes de ondas se adaptaban mejor a la interpretación del movimiento del corpúsculo. La introducción de estos complejos se impone también, aun después de haber considerado el aspecto energético; en efecto, aun en el caso del movimiento uniforme del corpúsculo, que se podría estudiar por la propagación de una onda plana monocromática, de frecuencia ν expresada por (19), ya no podemos prescindir del concurso de los citados grupos, porque si bien por (16) y (17), las condiciones energéticas quedan exactamente definidas, la posición del corpúsculo en la onda quedaría completamente indeterminado (1).

Con la introducción del tren de ondas, limitamos el dominio de éstas en el espacio, puesto que las regiones exteriores al tren quedan anuladas por interferencia, y tanto más restringido se hace el dominio del tren, tanto mejor queda localizada la posición del corpúsculo, pero se ha de notar que aumentando también la finura de la composición espectral, por representar cada componente monocromática un estado de movimiento del corpúsculo, las verdaderas condiciones de movimiento del mismo quedan peor determinadas. De ello se puede deducir una primera justificación del empleo de los trenes de ondas, porque el lector convendrá con nosotros, que es más ventajosa la interpretación del fenómeno, estando afectadas tanto las condiciones cinemáticas como las energéticas, de una indeterminación, —determinada según se puede demostrar entre ciertos límites—, que la determinación rigurosa de una de ellas, dejando a la otra completamente indeterminada, porque entonces, a la representación del fenómeno, le falta el concurso de uno de sus dos aspectos fundamentales. Por lo demás, es de gran interés no abstraerse a la idea de esa imprecisión que ya se vislumbra en el campo de las nuevas concepciones, que en esquema acabamos de exponer. Muy pronto habremos de insistir sobre el sentido de la expresada indeterminación.

(1) Basta recordar que la onda plana monocromática es indefinida, y por ser homogénea, ninguna diferencia se nota de una región a otra de la misma.

Pero precisamente, para progresar en el estudio de casos más generales, hemos de dilucidar ante todo acerca de la significación física que hemos de dar al tren de ondas asociado al corpúsculo. Podría hacerse la interpretación del fenómeno ondulatorio sin salirse del marco de las concepciones clásicas, suponiendo la extensión del tren muy limitada con relación a la trayectoria recorrida, y las frecuencias tan próximas, que pudiésemos considerar sin error sensible, al tren como puntual, (estando el corpúsculo necesariamente encerrado dentro del dominio del tren), y definido por una sola frecuencia. La energía y cantidad de movimiento, quedarían suficientemente bien definidas en función de la expresada frecuencia y el movimiento del corpúsculo determinado por el desplazamiento del conjunto del tren, pero un examen un poco detenido de la cuestión, nos pone de manifiesto que graves dificultades han de presentarse, si persistimos en no apartarnos de las concepciones clásicas. Digamos únicamente que al entrar el fenómeno en el dominio atómico, en el que el corpúsculo (electrón) recorre trayectorias del orden de magnitud de las longitudes de onda de las vibraciones del tren, la aproximación aplicada anteriormente ya no es válida; las ondas constituyentes del tren se dispensarían, y el electrón se desvanecería. Y al consultar a la experiencia, colocando al sistema estudiado en las referidas condiciones, como sucede en la difracción de electrones por cristales, nos dice, que después del choque, cuando el tren de ondas se dispersa, los electrones, lejos de desvanecerse rebótan, agrupándose en direcciones privilegiadas, que resultan ser las de sus ondas asociadas en dispersión, y conservando después del choque, ondas y corpúsculos la ligazón preestablecida. Aún sustraído a todo choque, el electrón tendría una vida efímera, cuando el tren por las condiciones de dispersión se desvaneciese; por el contrario el electrón posee una relativa estabilidad (2).

La interpretación más verosímil, que es la más aceptada en la actualidad, es la que han desarrollado Heisenberg y Bohr, por un análisis concienzudo de la significación física de dos de las magnitudes ondulatorias que intervienen en el problema, la intensidad resultante, y la composición espectral de las ondas componentes del tren, que conduce directamente a los dos postulados fundamentales de la Mecánica ondulatoria, el principio de las interferencias, y el de la descomposición espectral, de los que daremos luego el enunciado, y con los que es posible vislumbrar claramente el sentido de la expresada indeterminación.

Sin entrar en las sùtiles indicaciones de que se han valido Heisenberg y Bohr, para llegar a dudar de la exactitud de la teoría electromagnética clásica que asigna a la energía de la radiación un valor proporcional al cuadrado de la amplitud, y de las viejas condiciones de continuidad cinemática, dire-

(2) Decimos relativa porque recientemente se ha descubierto la transformación reversible de dos electrones de signos contrarios en fotones (véase las memorias del autor publicadas en «Técnicas» n.º 184 y siguientes).

mos que por las simples ideas que se han expuesto, se nota que la descripción causal de un fenómeno en el cuadro del espacio cuatridimensional, ha de responder a objeciones tan graves que por ningún artificio es posible superar. Sólo saldremos airosos del asunto, si dejamos completamente aparte las ideas clásicas e interpretamos la coexistencia de los dos aspectos ya señalados de la realidad física,—localización del corpúsculo en el espacio-tiempo, y descripción por las condiciones energéticas,—en el sentido de probabilidad estadística; el primero de ellos, por la concurrencia de la probabilidad de presencia determinada en la región reinante o dominante de la extensión del tren de onda, y el segundo por una probabilidad energética expresada por la posibilidad de varios estados de movimiento.

Como resultado de todo ello podemos decir, que todos los datos que por una experiencia podemos reunir en un instante dado acerca de un corpúsculo, pueden representarse simbólicamente por medio de un tren de ondas, cuyo cuadrado de la amplitud resultante en aquel instante, es decir la intensidad, nos da en cada punto la probabilidad de presencia del corpúsculo en aquel instante, (principio de la interferencias) y cuya amplitudes componentes, nos da la probabilidad relativa de diversos estados de movimiento (principio de la descomposición espectral).

Tomemos ahora la expresión del principio de Fermat; teniendo en cuenta la relación (18) podrá escribirse así

$$\frac{1}{h} \int \vec{p} \, dt$$

con lo que resulta, que esta última forma, salvo

la constante $\frac{1}{h}$ es idéntica a la integral de acción manpertusiana de la fórmula (1).

Y aquí cabe preguntarnos, aunque apuntada solamente en principio esta extraña dualidad de forma, si dichos principios fundamentales tienen el mismo valor para cualquier fenómeno sea de naturaleza mecánica, sea del dominio ondulatorio. Si nos inclinamos como es lógico en el sentido afirmativo, pensaremos con Bohr, y no con poca razón, que existen dos aspectos complementarios y antagónicos de la realidad física, el aspecto corpuscular y el ondulatorio. Que en los fenómenos de naturaleza mecánica, nos había pasado desapercibido el aspecto ondulatorio, y viceversa en los de carácter óptica. Un rayo de esperanza, de llegar a resolver satisfactoriamente el viejo pleito de las teorías corpuscular y ondulatoria, hubo de brillar a la vista de las relaciones que hemos establecido, por aquellos días no muy lejanos en que se formularon, pero también se hubo de presentir que la cuesta sería empinada. Observemos en efecto que hemos razonado sobre el caso más simple que en Mecánica cabe. El de una partícula material sustraída a la acción de cualquier campo. Fué preciso generalizar la teoría y establecer las ecuaciones de propagación, concurriendo campos constantes y variables, y condiciones muy especiales de dispersión; la generalización y ordenación de estos estudios teórico-experimentales, orientados casi exclusivamente hacia la dinámica del electrón y de las radiaciones, es decir, hacia el dominio atómico, constituyen hermosos capítulos de la Mecánica Ondulatoria, cuyos límites se ensanchan de día en día, por el continuo perfeccionamiento de sus teorías, y por la reiterada aportación de resultados experimentales.

SECCIÓ ECONÒMICA

EL MOVIMENT ECÒNOMIC A ESPANYA DURANT ELS DARRERS MESOS

Proseguint l'estudi iniciat l'anterior trimestre, examinarem alguns dels índexs econòmics que no poden ésser considerats com afectant principalment la nostra economia, sinó que actuen damunt tots els factors productius d'Espanya.

Factors monetaris. — La circulació de bitllets del Banc d'Espanya ha continuat el moviment deflacionista que d'una manera seguida, encara que poc intensa, ha estat la reacció deguda contra l'emissió excessiva que tingué lloc el 1931 per a fer front a la tesaurització que es produí abans i després del canvi de règim. La mitjana del trimestre ha estat 104,8 contra 107,7 durant el primer trimestre; i 107,5 durant el primer trimestre, i 107,5 durant el segon trimestre del 1933. De totes maneres no s'ha assolit encara el nivell de l'any 1930, que ja era excepcionalment elevat, tot i ésser el més baix durant els

quatre anys darrers. El canvi de la pesseta s'ha mantingut pràcticament estacionat amb una prima de l'or de 237,8 contra 227,7 en el segon trimestre del 1933. Aquesta baixa del canvi de l'any passat amb ara és deguda més que res a moure's la pesseta en simpatia amb la lliura i el dòlar. El tipus del descompte del Banc d'Espanya continua sense variació al 6 per 100. El rendiment del Deute Perpetu ha baixat lleugerament en el segon trimestre, degut a l'augment de la seva cotització; la mitjana del rendiment ha estat 4,52 contra 4,80 en el segon trimestre del 1933. El moviment de les Cambres de Compensació a tota Espanya assenyala un fort increment, no tan sols respecte primer trimestre, sinó sobretot en comparació amb el segon trimestre de l'any 1933. La mitjana del segon trimestre d'enguany ha estat de 5,343 milions de pessetes contra

3,551 en el segon trimestre de l'any passat. Tot fa suposar que ha passat la baixa extraordinària de les compensacions bancàries experimentada en els anys 1932 i 1933.

Factors productius. — La producció minero-metal·lúrgica ha mostrat un augment d'importància durant els cinc primers mesos del 1934. La xifra màxima correspon al març, i la que la segueix en importància és la del maig. En el número anterior explicàvem com havíem calculat l'índex compost de les activitats minero-metal·lúrgiques a Espanya, i donàvem les dades mensuals des del gener del 1925. Avui reproduïrem les xifres anuals i les mensuals pels cinc darrers anys.

Com es veu en el quadre que queda a l'altra pàgina, la mitjana de la producció minero-metal·lúrgica a Espanya, durant els primers cinc mesos del 1934, ha estat 88,4 contra 79,3 durant els cinc primers mesos del 1933.

L'augment en la producció és degut principalment a l'acer, i en segon lloc, a la fosa. També

Comerç exterior. — Per a estudiar les variacions del comerç exterior a Espanya utilitzarem, com de costum, l'índex ponderat de les quantitats importades que calcula l'Institut. Segons aquest índex, continua el fort increment de les quantitats importades, encara que no amb la mateixa intensitat del primer trimestre. Durant el segon trimestre, la mitjana de l'índex de les importacions ha estat 117,6 contra 105,9 en el segon trimestre del 1933. Diem que la intensitat de la puja no és tan forta en el segon trimestre perquè durant el primer, en què acostuma a haver-hi una baixa estacional de les importacions, l'índex mitjà havia estat 119,3; l'índex de les exportacions, que s'havia mantingut relativament elevat a l'abril respecte a l'any anterior, torna a baixar el maig i el juny, però la mitjana del trimestre és sols lleugerament inferior a la del segon trimestre del 1933 — 62,6 contra 63,2. — Com dèiem en el comentari del trimestre anterior, l'augment de compres a l'estranger és un bon símptoma de recobriment econòmic, però hauria d'ésser compensat per una

Índex compost de la producció minero-metal·lúrgica a Espanya

1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	
79,6	66,5	90,4	102,2	100,0	102,7	112,3	114,8	134,5	126,7	106,0	86,8	80,4	
					Mesos								
					1930		1931		1932		1933		1934
					Gener	141,8	120,1	86,0	84,1	87,6			
					Febrer	117,5	108,1	86,6	63,0	76,2			
					Març	141,9	120,1	91,7	84,5	98,7			
					Abril	133,5	121,0	90,8	79,1	87,4			
					Maig	140,0	120,5	93,5	85,9	91,9			
					Juny	122,7	107,4	90,5	87,3	—			
					Juliol	127,0	101,8	85,5	83,9	—			
					Agost	125,1	102,6	85,8	80,3	—			
					Setembre	119,6	101,6	78,2	49,2	—			
					Octubre	122,5	100,3	88,9	88,4	—			
					Novembre	121,9	83,4	81,1	88,9	—			
					Desembre	107,2	85,0	82,4	90,7	—			

augmenta la producció del mineral de ferro i dels carbons, mentre que és inferior a l'any passat la de mineral de plom, mineral de zinc i mineral de coure. Aquests darrers senten la crisi del comerç exterior, i la major activitat dels altres vindria a significar el començ de la represa econòmica general a Espanya.

Quant a les vendes d'olis minerals, tenim en el segon trimestre d'enguany un augment en les de gasolina, i ha passat la mitjana de l'índex a 110,3 contra 106,2 en el segon trimestre del 1933. Les vendes de fuel-oil han baixat cada any, i ha passat la mitjana del trimestre a 113,4 contra 138,3 en el segon trimestre de l'any anterior. De totes maneres, el mes de juny s'ha experimentat una baixa excepcional de les vendes de fuel-oil, que segurament serà compensada en els mesos posteriors. Quant a les vendes del gas-oil, han experimentat un augment, ja que la mitjana del segon trimestre ha estat 104,6 contra 100,9 en el segon trimestre del 1933.

El consum de fluid elèctric a tota Espanya dona un índex mitjà per als primers cinc mesos d'aquest any de 137,4 contra 128,2 en el mateix període de l'any 1933.

incrementació de les vendes, ja que ara es pot mantenir aquest desequilibri evident pel preu més baix de les importacions, però, quan comencin a pujar els preus als mercats venedors, no es podrà sostenir una balança comercial massa desfavorable. El dèficit actual s'ha de suportar per un augment de les exportacions invisibles i especialment per la tornada de capitals col·locats a fora.

Impressió de conjunt. — La impressió de conjunt de la situació de l'economia espanyola és, per tant, en el segon trimestre més satisfactòria que no en el primer. De no ocórrer circumstàncies extraordinàries de caràcter polític o social, l'efecte favorable de l'abundant collita haurà de fer millorar encara la represa en els mesos venidors. De totes maneres, sembla ja definitivament vençuda la depressió màxima assolida durant l'any 1933. Si perduren aquestes circumstàncies favorables, Espanya, que haurà estat un dels darrers països a sentir la crisi, serà també un dels primers a sortir-ne, cosa ben explicable si tenim en compte les especials característiques dels nostres factors productius i acumulatius de riquesa.

BIBLIOGRAFIA

Recetario industrial: Enciclopedia y formulario de industrias, artes y oficios, por G. D. Hiscox y A. A. Hopking. Barcelona, Gustavo Gili, 1934.

Es tracta d'un receptari que conté 21.418 receptes i procediments operatoris, refundició espanyola notablement ampliada de les obres: «Henley's Twentieth Century Formulas» i de «The Scientific American Cyclopedia of Formulas», la primera de les quals ha arribat a la 5ª edició i la segona a la 28ª.

Les ratlles que acabem d'escriure són per si soles prou eloqüents per a que el lector compregui que's troba davant d'una obra de primer ordre.

La major part de les fórmules i procediments van destinades a la petita indústria on en grau màxim es deixa sentir la falta de formularis que aclareixin els dubtes que es presenten al petit industrial.

Totes les fórmules són senzilles, de fàcil aplicació i generalment se'en troben diverses per a un mateix objecte a fi de donar el dret de tria segons les condicions i possibilitats de cada ú.

El fet de tractar-se d'una obra que ve a refondre'n altres dues que han obtingut el nombre d'edicions que més amunt indiquem, és garantia de la bondat de les esmentades fórmules.

La casa Gili ha presentat el llibre amb la perfecció que és en ella habitual i els llibres que vengui abans del 20 del proper desembre van acompanyats d'una participació a la Rifa de Nadal, participació que pot proporcionar al comprador un premi en metllic de fins 7.500 pessetes.

Les idées modernes sur les carburants, les lubrificants et la lubrification, par Horace Havre. Paris et Liège. Ch. Béranger, 1934. (50 francs).

Com conseqüència del desenvolupament de l'automobilisme, de l'aviació i del conreu mecànic de la terra, el motor d'explosió ha adquirit una importància extraordinària. I amb tot, àdhuc entre els que se'n serveixen, regna forta ignorància sobre els carburants, les seves propietats i el seu ús adequat. Foren moltes les avaries i els contratemps que s'estalviarien si entre els usuaris focin conegudes les propietats dels esmentats carburants.

Semblant falta de coneixements precisos es nota també quan se trata dels lubrificants.

L'enginyer de la Universitat de Nancy, Mr. Horace Havre, ha recollit el què de més important i més pràctic s'ha publicat sobre la matèria en llibres i revistes franceses i d'altres països i ha publicat el llibre que presentem als nostres lectors, el qual ha editat la casa Béranger.

Aprestos y Acabados de fibras textiles, por el doctor D. Manuel Riquelme Sánchez. Barcelona, Manuel Marin, 1934. (14 pesetas).

La Casa Editorial Manuel Marin ens envia el volum V de la «Química aplicada a la indústria tèxtil»

que vé publicant i de la qual han aparegut els volums 1, 2 i 3, mancant el 4^{rt} i el 6^e.

A l'ocupar-nos dels anteriors volums d'aquesta obra ferem ja resaltar el seu mèrit i la seva utilitat. Avui direm que aquest volum 5^e en res no demereix dels anteriors.

Consta de prop de 500 pàgines profusament il·lustrades i apareix dividit en 3 parts, la primera dedicada a «Generalitats», la segona a la «tecnologia» i la tercera a l'anàlisi de les matèries emprades, divisió tripartita que ja té adoptada en anteriors volums l'autor Dr. Riquelme.

Al final de l'obra va una extensa bibliografia i un índex alfabètic de matèries.

Problemas de Hidráulica aplicada, por el Dr. Ing. Otto Streck, trad. de la 2ª edición alemana por Julio Martínez. Barcelona, Editorial Labor, 1933.

L'autor presenta, resol i explica 39 problemes d'Hidráulica, que ell ha tingut que resoldre en l'exercici de la seva professió.

L'autor en el pròleg de l'obra explica com l'enginyer que ha adquirit durant la carrera els coneixements de la dita branca de l'enginyeria el dia que ha d'aplicar-los per a la resolució de casos pràctics topa amb grosses dificultats, per tal com li cal portar a cap un seriós treball d'adaptació; a facilitar tal adaptació va encaminat el seu llibre.

Amb els 39 problemes forma el Dr. Streck tres grups: A. Problemes d'Hidrostàtica, B. Problemes d'Hidrodinàmica i C. Precipitacions atmosfèriques i corrents fluvials.

Com Apèndix publica 11 taules de gran utilitat pràctica.

L'Editorial Labor ha editat l'obra amb tota cura.

Manual de Cerámica, por Juan Vidal y Martí, ingeniero industrial. Madrid, Espasa-Calpe S. A., 1934.

El nostre company Sr. Joan Vidal i Martí, professor de l'Escola d'Enginyers Industrials de Madrid, és l'autor d'aquest Manual de Ceràmica que forma part de la coneguda col·lecció «Manuals Gallach».

L'autor defineix la Ceràmica com «la indústria que transforma l'argila en objectes d'utilitat immediata a l'home». Aquesta indústria la presenta l'autor d'una manera completa, en forma senzilla i asequible a tots com correspon al caràcter dels Manuals Gallach.

L'obra apareix dividida en 11 capítols que tracten de les matèries següents: Primeres matèries, Tractament previ de les primeres matèries, Preparació de les pastes ceràmiques, Emmotllat, Coccio, Frangs cuits, Productes refractaris, Pises, Gres, Porcellanes, i Decorat.

CRÒNICA DE L'ASSOCIACIÓ

De la Federació

Por Orden publicada en la «Gaceta» del día 10 de Octubre, se ha resuelto satisfactoriamente la petición que había formulado el Comité Ejecutivo de la Federación para que se incluyesen representantes de la misma y del Claustro de la Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao, en las Comisiones mandadas constituir para el estudio de la fusión de Escalafones de las Escuelas con el general del Cuerpo, y para informar sobre la posibilidad de constituir el Cuerpo Nacional de Ingenieros Industriales.

* * *

Resolviendo otra petición nuestra, se ha establecido por Orden aparecida en la «Gaceta» del día 4, del corriente la prohibición de registrar marcas o nombres comerciales en los que figure indebidamente

la palabra Ingeniero, según regula la legislación vigente.

* * *

En el Consejo Nacional de Cinematografía constituido como se establece en la «Gaceta» del día 3 del corriente, se ha incluido a un Ingeniero Industrial representando a nuestra Federación, a solicitud de ésta para que en dicho Consejo tuvieran representación los Ingenieros que se han especializado en el estudio de la cinematografía.

* * *

La Federación se ha dirigido al Sr. Ministro de Industria y Comercio, rogando que se declare que el Reglamento de Policía Minera recientemente publicado no deroga el Decreto de 10 de marzo de 1934, que delimitó las atribuciones de los ingenieros de minas e industriales.

SECCIÓ LEGISLATIVA

Index de disposicions legals

d'interès per als Enginyers Industrials

publicades en el *Butlletí Oficial de la Generalitat de Catalunya* i en la *Gaceta de Madrid*

Butlletí Oficial de la Generalitat de Catalunya

—Ordre de 26 de setembre de 1934 (Butlletí del 5) establint que les Delegacions d'Indústria de Catalunya siguin 5 amb residència a Barcelona, Girona, Lleida, Tarragona i Manresa.

Gaceta de Madrid

I. Atribuciones

—Orden de 28 de septiembre de 1934 (Gaceta del día 1º) disponiendo que el Consejo de Industria eleve a la Dirección General de Industria un Proyecto de Reglamento sobre los técnicos con títulos oficial que obligadamente deben dirigir las industrias protegibles.

—Orden de 1º de octubre de 1934 (Gaceta del 4) prohibiendo el registro de marcas y nombres comerciales en los que figura la palabra «ingeniero» de no acreditarse debidamente haberse cumplido previamente con los requisitos que se especifican en el Decreto de Instrucción Pública de 14 de marzo de 1933 y Orden de Justicia de 17 de febrero 1933.

II. Enseñanza

—Orden de 28 de septiembre 1934 (Gaceta del 8) octubre) relativa a los profesores de los seminarios creados en la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid.

III. Cuerpos del Estado

—Decreto de 1º de octubre de 1934 (Gaceta del 3) reorganizando la Dirección General de Industria.

—Orden de 17 de septiembre de 1934 (Gaceta del 10 octubre) ascendiendo a ingeniero primero del Cuerpo al servicio del Ministerio de Industria y Comercio a D. Emilio de Fortuny y Bordas.

—Orden de 24 de septiembre de 1934 (Gaceta del 10 de octubre) ampliando con dos representantes, uno de la Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España y otro de la Escuela de Bilbao, la ponencia que ha de estudiar la situación definitiva de los profesores de la Escuela de Barcelona y Madrid y la de los ingenieros que prestan servicio en la Generalidad de Catalunya y la segunda ponencia que ha de estudiar la posibilidad de formar el Cuerpo único de Ingenieros Industriales.

—Orden de 1º de octubre de 1934 (Gaceta del 12) sobre reorganización de la Dirección General de Industria.