



EDITORIALE

LA MATERIA OSCURA

Si chiama materia oscura, forse esiste e forse no. Nella prima ipotesi rappresenta oltre il 90 per cento dell'Universo, non emette luce visibile né altre radiazioni elettromagnetiche. Però sembra costringere la materia luminosa circostante a un "moto anomalo" altrimenti inspiegabile.

La fisica non riesce a spiegare alcuni fenomeni cosmologici solo sulla base di ciò che è visibile. Osservando le galassie a spirale, per esempio, le leggi sull'attrazione gravitazionale e Keplero, dicono che le stelle si sarebbero dovute sparpagliare per ogni dove, causa la forza centrifuga, se non le trattenesse la gravità esercitata da una massa maggiore di quella effettivamente calcolata: una massa di materia mancante, **oscura appunto**. Secondo la "Teoria della materia oscura fredda" quindi, questa giocherebbe un ruolo determinante nella formazione delle galassie e sarebbe responsabile delle strutture che tengono insieme l'Universo. Inoltre, sempre secondo questa teoria, mentre la distribuzione della materia luminosa è molto diversa da galassia a galassia, quella della sua controparte oscura dovrebbe essere uguale in tutte.

Gli astrofisici europei, tra cui Gianfranco Gentile dell'Università di Gent (Belgio) e Paolo Salucci della Sissa (Scuola internazionale superiore di studi avanzati di Trieste), osservando diversi tipi di galassie con potenti telescopi (dislocati negli Stati Uniti e in Cile) e radiotelescopi (in Olanda e Australia), hanno però scoperto che la materia ordinaria e quella oscura avrebbero in realtà rapporti molto più complessi e difficilmente spiegabili dalle leggi della fisica di quanto previsto. Tutto ciò porta a nuove domande sull'evoluzione dell'universo.

"O quello che noi identifichiamo per materia oscura non esiste ed è semplicemente l'effetto di una **nuova legge di gravità che agisce sulla materia ordinaria**, oppure la materia oscura è veramente formata da **una nuova particella elementare, ma c'è un processo fisico nella formazione delle galassie che ci sfugge**".

Sicuramente non finisce qui! Nei prossimi anni, attraverso i nuovi osservatori orbitanti di ultima generazione ed una più profonda conoscenza della materia attraverso il LHC di Ginevra; ne vedremo delle belle!!

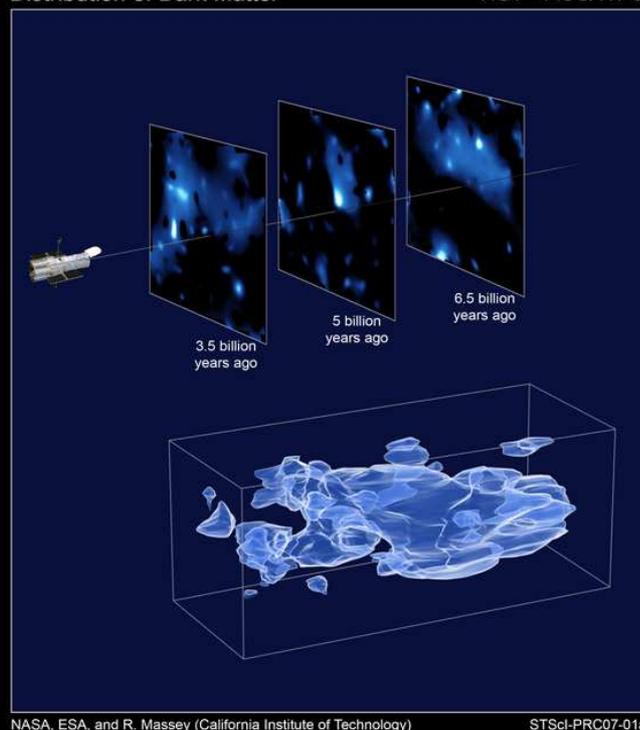
Riferimento: *Nature* **461**, 627-628 (1 October 2009)
doi:10.1038/nature08437

Il presidente del circolo Luigi Borghi;
e-mail luigi_borghi@virgilio.it

Distribuzione della materia oscura nell'Universo

Distribution of Dark Matter

HST • ACS/WFC



NASA, ESA, and R. Massey (California Institute of Technology)

STScI-PRC07-01a

In Breve

Editoriale

Di Luigi Borghi

Pag. 1

Energia

Distribuzione di energia elettrica

Pag. 2

Di Leonardo Avella e D. Borghi

Storia

J. Robert Oppenheimer

Pag. 5

Di Davide Borghi

Apollo 13

Di Ciro Sacchetti

Pag. 16

Astronomia

La Costellazione di Orione

Pag. 20

Di Roberto Castagnetti

Astrofisica

Buchi neri

Di Lamberto Dolce

Pag. 38

Robotica

Uomini, macchine e robot umanoidi

Di Francesco Leali

Pag. 40

Telecomunicazioni

Esperienze di un radioamatore

Di Luciano Bozzoli

Pag. 44

Energia

Eliminare il CO₂

Di Luigi Borghi

Pag. 49

G-astronomia

L'angolo di Zia Savina

Di Savina Zanardi

Pag. 50



Distribuzione della energia elettrica

di **Leonardo Avella e Davide Borghi**

Quando si parla di futuro dell'energia, i mass-media ci hanno strainformato su quanto sia importante:

- diminuire i consumi di energia elettrica tramite dispositivi più efficienti
- aumentare la percentuale di energia prodotta tramite fonti rinnovabili

Ma chi vi ha mai parlato delle reti di distribuzione? Sappiamo che quella dell'acqua è quasi sempre inefficiente e piena di perdite, si stima che circa il 35-40% dell'acqua che parte dall'acquedotto non arrivi alle utenze.

Forse in pochi sanno che anche la rete elettrica vanta (si fa per dire) inefficienze analoghe a quelle della rete idrica, e non solo in Italia ma quasi ovunque nel mondo!

Ma andiamo più in dettaglio. La dispersione è dovuta a:

- Incapacità delle linee AC di trasportare elettricità sulle lunghe distanze senza perdere energia
- Incapacità della rete di distribuzione AC di accettare energia da molte piccole fonti
- Incapacità della rete di distribuzione AC di accettare energia da fonti con forti fluttuazioni

E quale energia, se non quella delle rinnovabili corrisponde purtroppo a queste caratteristiche? Pensiamo al fotovoltaico o all'eolico: non si può certo dire che producano grandi quantità di energia o che siano costanti nella loro produzione!

La costruzione di centrali elettriche pulite (Es: eoliche, fotovoltaiche) dovrebbe essere accompagnata da un sistema di stoccaggio di tale energia, ma purtroppo non è così: possiamo concludere che ad oggi la rete elettrica trasforma in calore (dunque spreca) quasi tutta l'energia pulita prodotta in Italia.

Antonella Battaglini, responsabile del progetto SuperSmart Grid del Potsdam Institute for Climate Impact Research, propone una soluzione a questi problemi:

La rete di distribuzione per il trasporto su lunghe distanze dovrebbe passare dalla attuale corrente alternata (AC) alla corrente continua (DC). La

tecnologia più promettente si basa su alti voltaggi per le connessioni punto-punto (HVDC – High Voltage Direct Current), mentre la rete di distribuzione viene chiamata SuperSmartGrid, in quanto tali connessioni punto-punto sarebbero controllate in ogni momento da un sofisticato software.

Se state pensando *"la solita tecnologia buona solo sulla carta che non avrà mai impiego industriale..."* mi permetto di contraddirvi: l'HVDC è una tecnologia già matura e già realizzata ad esempio in Cina per il trasporto su lunghe distanze dell'energia ricavata dalle nuove centrali idroelettriche cinesi. Le connessioni arrivano anche a 2.000 Km!

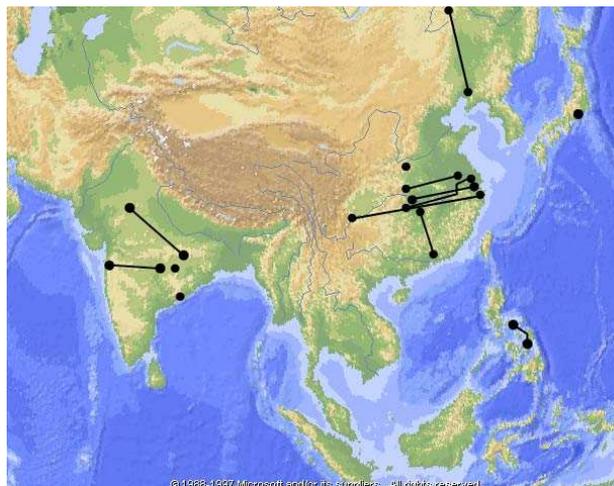
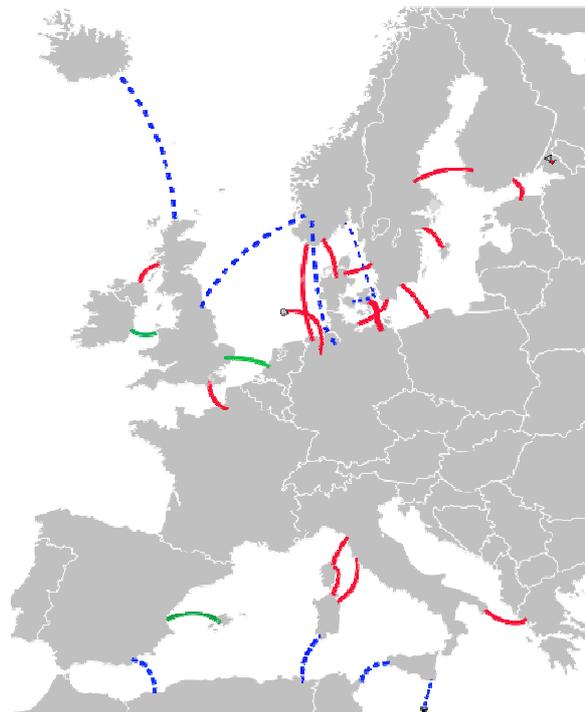


Figura 1 – Interconnessioni HVDC in Asia (ABB Group)



■ Existing ■ Under construction ■ Options under consideration

Figura 2 – Interconnessioni HVDC in europa

Quello che manca ancora è l'interconnessione tra tutti i link punto-punto, la supersmart grid, per la quale è necessaria la cooperazione e la volontà politica di tutti i paesi coinvolti.

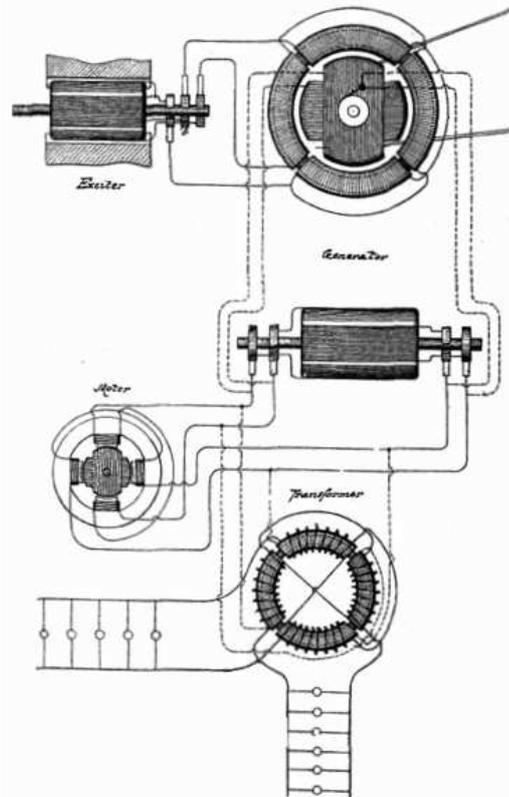
Già, ma rifare la rete elettrica italiana avrebbe costi altissimi, direte voi...

E' vero, ma non possiamo arrivare impreparati al momento in cui il petrolio e dunque l'energia elettrica costeranno così tanto da mettere in ginocchio la nostra economia, dobbiamo muoverci prima!

E poi:

- Sulle lunghe distanze si può risparmiare fino al 40% dell'energia elettrica rispetto ad una interconnessione AC tradizionale
- Si potrebbe creare un collegamento di questo tipo anche con il Nord Africa in modo da accedere all'energia rinnovabile che può essere prodotta in quei luoghi (solare, eolico)
- Senza una infrastruttura che ci permetta di scambiarsi energia in maniera efficiente e flessibile con gli altri paesi europei, dovremo far fronte a black out crescenti.
- La rete di distribuzione HVDC permettere anche l'esistenza di piccole isole in AC per la distribuzione locale dell'energia.

Ebbene si ha anche qualche difetto (nessuna tecnologia è perfetta...):



- La conversione AC/DC richiede apparecchiature costose (inverter statici realizzati tramite rettificatori al mercurio o tiristori)
- I componenti elettrici non sono ancora standardizzati (la tecnologia è ancora in evoluzione), per cui i costi di manutenzione sono al momento più alti
- Le trasmissioni multi-terminale (dove ci sono più di due stazioni di conversione) sono complesse e richiedono un controllo molto accurato dei flussi di corrente

La diatriba AC/DC (che non ha niente a che fare col gruppo heavy metal ☺), nota come "War of Currents", risale a più di un secolo fa. Infatti nel 1882 **Thomas Edison** aveva la maggior parte dei suoi brevetti sviluppati in corrente continua, e anche la distribuzione dell'energia negli Stati Uniti era effettuato in DC. Negli stessi anni però **Nikola Tesla** (US Patent 390721, in figura) aveva inventato un sistema di generazione e distribuzione della energia elettrica in AC, sistema che era stato commercializzato da **George Westinghouse** (US patent 373035 nella seconda figura).

La contrapposizione, oltre che a cause prettamente caratteriali, si può far risalire anche al fatto che



Edison, al contrario di Tesla, era un tecnico sperimentale che amava la forza bruta, ma maneggiava non troppo bene la teoria.

Il sistema di distribuzione in DC aveva infatti importanti difetti: la caduta di potenziale a causa della resistenza era tale che i generatori dovevano essere situati entro 1 miglio dall'utilizzatore! Con la trasmissione in AC, invece, si possono utilizzare trasformatori che permettono la trasmissione ad alto voltaggio con diametro del rame limitato e l'utilizzazione a basso voltaggio.

Nel Dicembre 1887 venne perciò introdotto il sistema di Westinghouse, ma il sistema a 110VDC verrà mantenuto in talune aree metropolitane americane ancora per diverso tempo. In alcuni distretti di Boston fino agli anni '60 del XX secolo. La Consolidated Edison di New York, nel 1998, quando ha iniziato a dismettere la distribuzione a 110VDC, aveva ancora 4600 clienti in DC nell'area, e l'ultimo cliente è stato convertito in AC nel 2007!

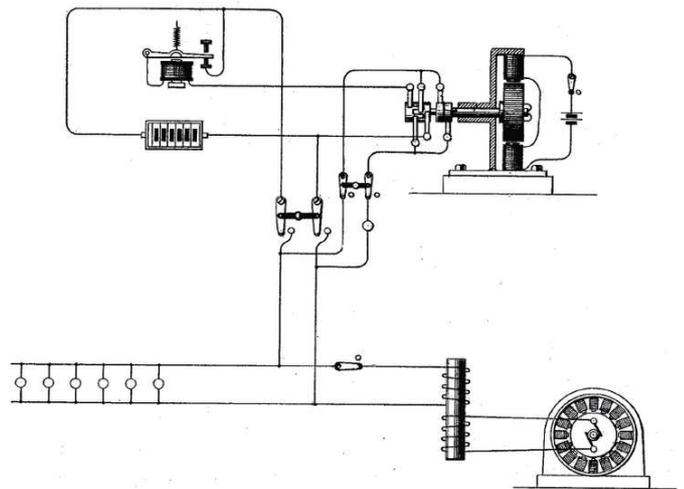
Edison, nella sua campagna per screditare e criminalizzare l'uso del sistema AC, si spinse ad

organizzare dimostrazioni pubbliche in cui "dava la scossa" ad animali in AC per dimostrarne la pericolosità per il cuore.

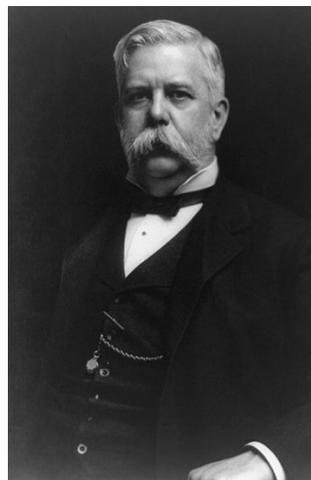
Ha cercato perfino di far entrare nel gergo popolare il termine "**Westinghoused**" (*Westinghousizzato*) come sinonimo di "**fulminato**".

Edison era contro la pena di morte, ma quando a New York si decise di costruire la prima sedia elettrica, lui pagò segretamente l'ingegnere Harold Brown che doveva progettare, per usare corrente alternata e non continua. L'uso col primo condannato a morte non andò affatto "bene" in quanto il poveretto non morì subito, a causa della bassa corrente utilizzata, e dovette essere finito con una seconda scossa. Westinghouse commentò: "avrebbero fatto più bella figura decapitandolo con un'ascia..."

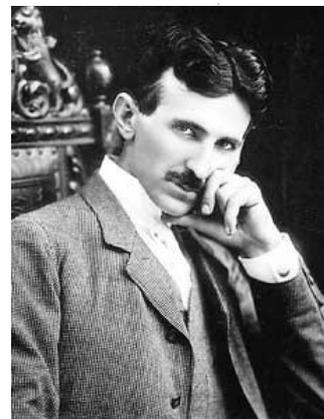
I sistemi HDVC, utilizzando sistemi a stato solido e tensioni molto elevate (non i 110VDC di Edison), rendono di nuovo conveniente la trasmissione della potenza in continua.



Thomas Edison



George Westinghouse



Nikola Tesla



Referenze:

La mitica wikipedia

http://en.wikipedia.org/wiki/High-voltage_direct_current

http://en.wikipedia.org/wiki/SuperSmart_Grid

http://en.wikipedia.org/wiki/War_of_Currents

Intervista ad Antonella Battaglini

<http://www.energiaspiegata.it/2009/02/supersmart-grid-una-rete-paneuropea-per-le-rinnovabili/#more-1081>

Il sito ufficiale di Supersmartgrid

<http://www.supersmartgrid.net>

Il sito ABB, uno dei maggiori produttori di sistemi HVDC

<http://www.abb.com/industries/it/9AAC30100013.aspx>

Progetti realizzati da ABB nel mondo

<http://www.abb.com/industries/us/9AAF400191.aspx>

Cos'è una trasmissione multiterminale

<http://www.abb.com/industries/db0003db004333/709a259fab1b7761c1257481004703a4.aspx>

Problematiche da risolvere nei multi terminal

[http://library.abb.com/global/scot/scot221.nsf/veritydisplay/857c532a249a6206c12574e80054a949/\\$File/1JNL100126-375%20Rev.%2000.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot221.nsf/veritydisplay/857c532a249a6206c12574e80054a949/$File/1JNL100126-375%20Rev.%2000.pdf)

Stesso articolo su link diverso

<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1JNL100126-375&LanguageCode=en&DocumentPartID=&Action=Launch&content=external>

J. Robert Oppenheimer

di Davide Borghi

Dopo aver narrato di Wernher von Braun nel primo numero de Il COSMo, incontriamo ora un altro personaggio che racchiude in sé le contraddizioni, il trionfo e la tragedia del secolo ventesimo.

Le *contraddizioni* di un uomo che si diploma alla *Ethical Culture School*, dirige il Progetto Manhattan per la costruzione di un'arma di distruzione di massa che mai il mondo aveva conosciuto prima, lascia liberi gli scienziati di discutere e schierarsi sull'eventuale uso della bomba, collabora a scegliere i siti su suolo nipponico da bombardare, in modo da infliggere il massimo danno in vite umane e dopo la guerra diviene il principale oppositore del programma nucleare militare, in particolare della Bomba H (la cosiddetta "*Super*") di Edward Teller.



Le contraddizioni di un uomo che negli anni 30 partecipa attivamente alle attività del Partito Comunista Americano ospitando per anni le riunioni a casa propria, ma che nel momento del bisogno si dimostra il più genuino patriota, rispondendo prontamente alla chiamata del generale Leslie Groves che in lui crede fermamente, nonostante le riserve dell'FBI per i suoi trascorsi comunisti.

Il *trionfo* della tecnologia che fa commettere alla fisica il suo "peccato originale". La fisica non sarà più quella di prima, sia come attenzione da parte dei governi e dei militari, sia come eventuale corresponsabile della morte di centinaia di migliaia di persone e potenzialmente di milioni.



La *tragedia* di Hiroshima e Nagasaki, scelte a tavolino, la seconda quasi per caso, solo perché le altre città nella lista erano coperte di nuvole. Una tragedia inserita in un dramma più ampio in cui decine di migliaia di persone morivano tutti i giorni, solo sul fronte del "Pacifico". Solo recentemente lo storico giapponese Tsuyoshi Hasegawa presenta una visione più complessa in cui l'Imperatore Hirohito informato dell'ennesima città distrutta, stavolta da una nuova arma, si arrende in realtà soprattutto al terrore di un'invasione sovietica in grande stile.

Julius Robert Oppenheimer nasce il 22 Aprile 1904 in una famiglia di immigrati tedeschi di seconda generazione, etnicamente e culturalmente ebrei: Julius Oppenheimer (imprenditore di successo e appassionato d'arte) ed Ella Friedman (pittrice, ed estimatrice d'arte, con la mano destra congenitamente mal-formata).

Studia Chimica a Harvard e poi ai Cavendish Labs a Cambridge in Inghilterra. La sua giovinezza è combattuta: soffre di manie depressive e schizofreniche e nell'autunno 1925 compie un gesto incredibile: avvelena una mela e la lascia sul tavolo del suo tutor Patrick Blackett, che fortunatamente non la mangia. L'episodio verrà messo a tacere dall'intervento del padre di Robert, Julius, che fa pressione sull'Università. Robert comunque verrà trasferito e si sottoporrà ad un periodo di diagnosi e cura.

Nell'estate del 1926 studia a Göttingen. Il suo mentore è Max Born. Subito dopo lavora a Harvard, Caltech, Berkeley e anche in Europa a Leiden in Olanda e Zurigo incontrando persone del calibro di Pauli e Rabi. Infine si stabilisce a Berkeley in California e alterna periodi di relax nel suo ranch di *Perro Caliente* (letteralmente "Hot Dog" ovvero "Cane Caldo") in New Mexico.



Le passioni della sua vita, avrà modo di dichiarare, sono due: il ranch in New Mexico e la Fisica. I 154 acri del ranch, a oltre 3000m di altitudine, sono prima affittati e poi acquistati da Oppenheimer. Hanno una vista mozzafiato sul fiume Pecos e sulla catena montuosa Sangre de Cristo, incoronata da foreste di pini gialli Ponderosa (*Pinus ponderosa*) e pini bianchi Western White Pine (*Pinus monticola*). La casupola è fatta con mezzi tronchi di pino, ha un piccolo caminetto e una scaletta che porta a due piccole camere da letto al piano di sopra. Il bagno è esterno e non c'è acqua corrente.

Nei primi anni '30 l'eccentrico professore si fa conoscere anche dalla stampa locale: lui e la sua studente dottoranda Melba Phillips, per un breve periodo, escono insieme. Una sera la porta a Grizzly Park, con vista sulla Baia di San Francisco. Ad un certo punto esce dalla macchina e dice alla ragazza che va a fare una passeggiata e tornerà presto. Si incammina sulla spiaggia, si perde nei suoi pensieri, arriva a casa e... va a letto. Dopo qualche ora ad aspettarlo, la ragazza va a casa con la macchina di Oppenheimer e chiama la polizia, la quale cerca il corpo del docente sulla spiaggia. Il giorno dopo, sul *San Francisco Chronicle*, il titolo è "Forgetful Prof Parks Girl, Takes Self Home".

Un altro episodio curioso e rappresentativo avviene nell'estate 1935 quando invita i Serbers, vecchi amici, nel suo ranch in New Mexico. Quando arrivano, dopo aver guidato per ore su strade non asfaltate con buche enormi, scoprono che ci sono già altri occupanti nella camera degli ospiti degli Oppenheimers. Robert con nonchalance suggerisce agli ex-ospiti Serbers di prendere due dei suoi cavalli e cavalcare fino a Taos a 80 miglia a Nord (!). I poveri Serbers, che non erano mai stati a cavallo, accettano le vettovglie di Robert ovvero uno spazzolino da denti, una barra di cioccolato, una bottiglia di whiskey, un cambio di biancheria, e cibo per i cavalli. Dopo aver cavalcato per tre giorni, con la pelle arsa dal sole, arrivano a Taos. Dopo una notte al Ranchos de Taos tornano a cavalcare verso Pierrro Caliente, Charlotte Serber cade due volte da cavallo e arriva con la giacca imbrattata di sangue...



A Berkeley, Robert conosce Jean Tatlock e Haakan Chevalier del Partito Comunista. Negli Stati Uniti e in Europa iniziano a filtrare informazioni sui Gulag sovietici. George Placzek e Viktor Weisskopf, dopo aver speso diversi mesi in URSS, al ritorno in America spiegano ad un Oppenheimer inizialmente scettico che l'Unione Sovietica non è quello che lui pensa che sia e che è peggio di quello che si possa immaginare...

Robert Oppenheimer è ormai un fisico famoso a livello internazionale quando con Hartland Snyder studia il collasso di una stella in un buco nero, nel caso particolare di collasso gravitazionale completamente simmetrico, utilizzando la geometria di Schwarzschild. Verrà pubblicato su *Physical Review* col titolo "On Continued Gravitational Collapse".

Con la fissione nucleare e la guerra alle porte cambia tutto, per sempre: il 29 Gennaio 1939 Luis Alvarez mentre è dal barbiere, a San Francisco, legge sul giornale dell'esperimento di fissione nucleare di Hahn e Strassman nella Germania Nazista; immediatamente lascia il barbiere e corre da Oppenheimer per comunicargli la notizia; Robert reagisce scettico: "impossible", ma poi il giorno dopo Alvarez ripete l'esperimento tedesco con successo e Robert si rende conto in pochi minuti che non solo vengono creati neutroni, ma che questi possono rompere altri atomi e generare una reazione a catena e quindi... una bomba di incredibile potenza.

Alla fine del 1939 la relazione burrascosa di Robert Oppenheimer e Jean Tatlock si è disintegrata. Ad un party a Pasadena conosce una donna sposata: Kitty Harrison. Oppie è famoso per i party, e per i suoi *Martini con ghiaccio* (bicchieri ghiacciati, con bordo immerso in lime e miele), per le uova "a la Oppie" (con Mexican chilies e abbondante vino rosso), per le Chesterfields fumate letteralmente una dopo l'altra, per il suo ascendente sulle donne ai parties, per il suo cappello a tesa larga e la camminata caratteristica con un piede appoggiato ad una angolatura improbabile. Come professore era conosciuto per rispondere alle domande prima che fossero finite, per non sopportare gli stupidi o perfino fisici di intelligenza "ordinaria", e per poter essere anche molto crudele nei suoi commenti. Nel tempo sviluppa un suo stile di insegnamento in cui incoraggia gli studenti ad interagire fra di loro e li stimola a lavorare su problemi irrisolti della fisica, dandogli così sempre l'impressione e la vertigine di essere sul ciglio della conoscenza.

Quando, il 12 Maggio 1941 nasce Peter, primo figlio di Kitty e Robert, lei ha una profonda crisi postparto e si ritira per una vacanza di riposo per un paio di mesi. Peter viene affidato ai Chevaliers. Negli stessi mesi, il



premio Nobel per la fisica Ernest Orlando Lawrence tenta di portare Oppenheimer nel progetto della bomba, ma teme che ai militari non piaccia a causa delle sue attività col Partito Comunista. Alla fine dell'anno viene annunciata negli Stati Uniti la decisione di iniziare un massimo sforzo (*all-out effort*) per realizzare la bomba atomica in funzione anti-nazista. Il progetto *Manhattan District of the Corps of Engineers* nasce alla Columbia University (il Manhattan Project prende il nome dal luogo in cui fu concepito, come era tradizione per i progetti militari) ma presto si sposta a Chicago.

Nel Marzo 1942 i servizi segreti sovietici, il NKVD, sono già bene informati sull'attività americana nel campo nucleare attraverso spie come Klaus Fuchs. Di conseguenza Stalin deciderà presto di iniziare un progetto per la bomba atomica russa. Nonostante le ingombranti e invasive misure di sicurezza adottate dai militari, il sistema è letteralmente un colabrodo. Nell'Ottobre 1944, ad esempio, Ted Hall, del Progetto Manhattan, durante un periodo di vacanza di 15 giorni decide di andare spontaneamente al consolato sovietico e semplicemente fare una dichiarazione scritta in cui rivela diversi segreti sull'attività americana a Los Alamos.

Nel Maggio 1942 Robert Oppenheimer viene nominato direttore della ricerca sui neutroni veloci a Berkeley col titolo di *Coordinator of Fast Rupture*. Contemporaneamente Vannevar Bush aggiorna il presidente Roosevelt sulla situazione della tecnologia della bomba atomica e gli riporta che:



- 1) diversi Kg di Pu239 o U235 possono creare un'esplosione di diversi kilotoni;
- 2) ci sono 4 possibili metodi di preparazione del materiale fissile: elettromagnetico con U235, per diffusione di U235, per centrifuga di U235, tramite produzione di Pu239 con reazione a catena; non si sa ancora quale metodo preferire;
- 3) un impianto di produzione industriale di considerevoli dimensioni e' fattibile;
- 4) il tutto puo' partire abbastanza presto per essere completato in modo da avere una utilita' bellica nel conflitto in corso.

Il presidente approva e da' istruzioni per il finanziamento dell'impresa. Si tratta di uno sforzo, l'industrializzazione di una tecnologia di avanguardia in 24 mesi, che normalmente in tempo di pace in circostanze "normali" avrebbe richiesto decine di anni.

La US Army viene incaricata di prendersi carico del progetto sull'uso dell'Uranio.

Edward Teller, invece, stupisce tutti presentando al gruppo di lavoro di Oppenheimer i calcoli che dimostrano come una bomba a *fusion*e nucleare innescata da una *fissione* sia possibile, con quantita' molto limitate di idrogeno pesante (deuterio) per produrre un'esplosione di milioni di tonnellate di TNT (Mton). L'idea gli era stata suggerita l'anno precedente da Enrico Fermi a pranzo.

Il nome di Oppenheimer comincia ad essere discusso nelle alte sfere militari come capo del progetto per la bomba atomica e nell'Ottobre 1942 Robert Oppenheimer viene nominato direttore del Progetto Manhattan.



Inizialmente il Progetto prevede la costruzione della pila ad Argonne, poco lontano da Chicago, ma poi Fermi, per abbreviare i tempi, convince le autorità militari ad assemblare la pila sotto la West Curve dello stadio Stagg dell'Università di Chicago. La costruzione della pila inizia immediatamente con la direzione di Zinn e Anderson e la supervisione di Fermi. Si tratta, letteralmente, di una *pila* di grafite, uranio e barre di legno rivestite di cadmio con l'aspetto di un ellissoide rotazionale con un raggio polare di 309cm e un raggio equatoriale di 388cm. La maggior parte dell'uranio (6ton) e' al centro e il tutto e' supportato da una struttura in legno. Le barre di legno rivestite di cadmio possono essere inserite a piacere e fungono da moderatori della reazione, essendo il Cadmio un forte assorbitore di neutroni.

Il 16 Novembre 1942 la US Army acquista la scuola di Los Alamos (Site "Y") che costituirà il primo insediamento dei laboratori del Progetto Manhattan. Il luogo è su di un altipiano desertico. Né i familiari né l'opinione pubblica verrà a conoscenza di questi progetti fino alla fine della guerra. Ai ricercatori vengono fornite false generalità e sono costretti a vivere segretamente. Ben presto la zona pullulerà con 150 000 i tecnici, scienziati e

ingegneri che parteciperanno al progetto fra cui scienziati del calibro di Enrico Fermi, Richard Feynman, John Von Neumann e lo stesso Robert Oppenheimer.

In questi mesi si consuma il cosiddetto Chevalier Affair che tanto filo da torcere provocherà a Oppenheimer negli anni '50 sotto il Maccartismo: a casa sua e di sua moglie Kitty avviene un fatto tuttora oscuro. Gli Oppenheimers hanno ospiti: Haakon Chevalier e sua moglie Barbara. Chevalier chiede a Oppenheimer di passare periodicamente informazioni ad un diplomatico russo (Peter Ivanov) nel consolato sovietico di San Francisco (persona che si rivelerà poi essere un agente segreto del NKVD). A questo punto le versioni date dalle 4 persone presenti al fatto divergono completamente, ma concordano sul fatto che in un modo o nell'altro Oppenheimer rifiuta la proposta.

Nel Febbraio 1943 i servizi segreti americani hanno le prime avvisaglie che diversi membri universitari del Progetto Manhattan stanno trasmettendo informazioni ai sovietici. Poche settimane dopo con un microfono installato nella casa di Steve Nelson, collaboratore di Oppenheimer ma anche informatore del Partito



Comunista, ascoltano un colloquio con un altro membro del partito in cui si parla del progetto della bomba atomica. Nell'estate lo scienziato compie una visita alla sua vecchia fiamma Jean Tatlock. L'evento è spiato dall'FBI, vista la carica di capo del progetto Manhattan di Oppenheimer e l'attivismo politico come membro del Partito Comunista di Jean.

Il generale Groves, interpellato dall'FBI, intima a Oppenheimer di consegnargli il nome del misterioso intermediario da lui menzionato all'FBI durante un interrogatorio. Riluttante Robert fa il nome di Chevalier, sostenendo che è assolutamente innocente dell'accusa di spionaggio per il Chevalier affair.

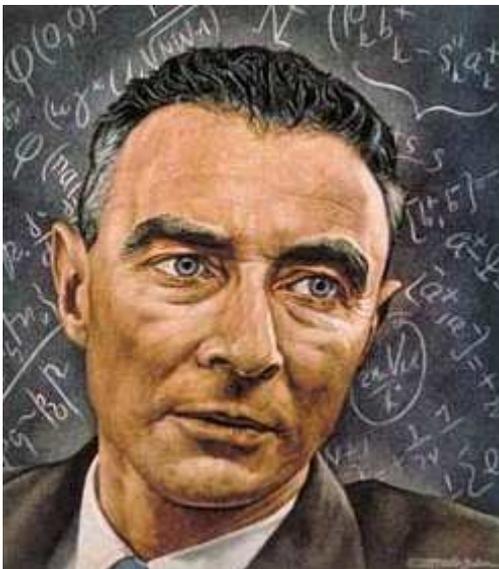


Il progetto dell'ordigno prosegue a ritmo forsennato: Oppenheimer porta a Los Alamos il famoso matematico di Princeton John Von Neumann (nella foto con Oppenheimer di fronte ad uno dei suoi computer), che calcola che un design della bomba al plutonio basato sull'implosione può funzionare, perlomeno in teoria...

Il 28 Dicembre 1943 il famoso fisico quantistico Niels Bohr, di ritorno dall'Europa, incontra a Washington le alte autorità tra cui il generale Groves, capo militare del Progetto Manhattan. Si discute appunto sulle capacità belliche tedesche.

Il 4 Gennaio 1944 Jean Tatlock (ex amante di Oppenheimer) viene trovata morta suicida nel suo appartamento. La trova per

primo il padre, che però prima di avvisare l'FBI accende un falo' nel camino e brucia metodicamente per 4 ore buona parte della corrispondenza e delle foto della figlia. Non si saprà mai cosa contenessero.



Arriva il primo campione di plutonio a Los Alamos. Si progetta la bomba, detta *The Gadget*, col metodo di Von Neumann: si prende una massa subcritica (non in grado di innescare una reazione) e la si circonda di esplosivo tradizionale. L'esplosione comprime la massa di plutonio *weapon-grade* (cioè contenente almeno il 90% di isotopo 239), che, a causa della densità, innescava la reazione a catena. La bomba è in linea teorica pronta.

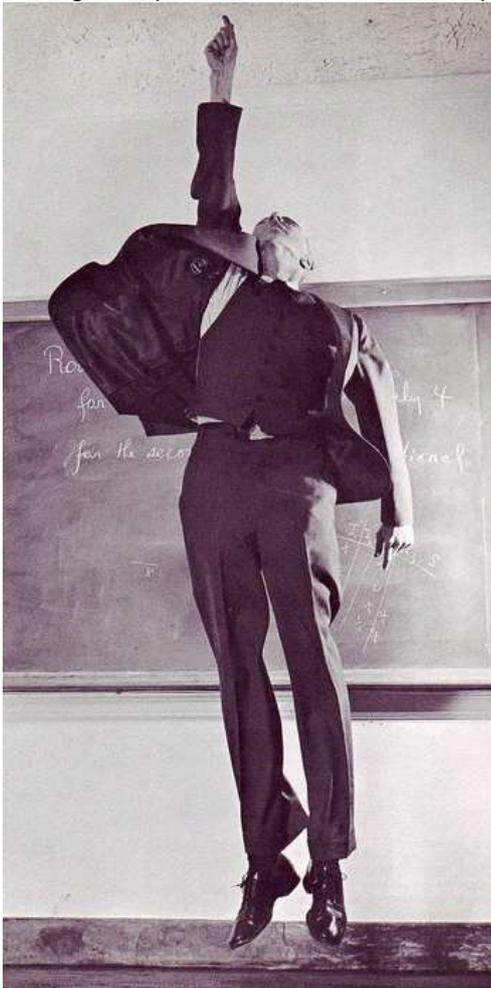
Il 7 Dicembre 1944 Nasce Katherine, figlia di Kitty e Robert Oppenheimer. Come per il primo figlio Kitty ha una crisi psicologica e lascia Los Alamos per qualche tempo lasciando la figlia a Robert e a Pat Sherr che la accudisce. Dopo due mesi Pat ascolta stupefatta Robert proporgli di adottare la bambina siccome lui non può amarla.

Kristiakowsky insiste per un design della bomba a plutonio con le cosiddette "lenses" (lenti) ovvero esplosivo di forma particolare che quando compattato in modo implosivo avrebbe formato una sfera. Oppenheimer, in una decisione critica per il progetto, sostiene e promuove questa idea.



Intanto gli scienziati discutono sugli obiettivi militari e politici del loro lavoro. Soprattutto dopo la fine della guerra con la Germania, all'inizio di Maggio 1945, molti si chiedono se abbia ancora senso usare la bomba, contro il Giappone. Oppenheimer decide di assecondare questo aspetto. Gli scienziati si riuniscono una sera in una riunione spontanea per discutere il lato politico del progetto Manhattan. All'ultimo momento si presenta anche Robert Oppenheimer. Partecipano anche Feynman e Fermi (nella foto in prima fila mentre Feynman e Oppenheimer sono in seconda). Oppenheimer dice che la ricerca sulla bomba dovrebbe continuare e arrivare ad un suo test. Convince quasi tutti.

Viene poi creata una commissione governativa per un eventuale uso della bomba. Nella commissione ci sono 4 fisici, tutti favorevoli: Compton, Lawrence, Fermi, Oppenheimer (favorevole). Il 16 Giugno 1945 gli stessi scrivono una lettera di raccomandazioni al presidente degli Stati Uniti dove si riconosce l'obbligo del paese all'uso della bomba per risparmiare vite americane nella guerra col Giappone, si chiede di avvisare dei progressi in campo nucleare anche gli alleati Gran Bretagna, Russia, Francia, Cina e si riconosce l'assenza di alternative valide all'uso militare della bomba, in particolare che una dimostrazione tecnica probabilmente non basterebbe.



Il 16 Luglio 1945 ad Alamogordo (ora *White Sands Missile Range*) nel deserto di Jornada del Muerto in New Mexico, scoppia la prima bomba atomica della storia. Al momento del riuscito esperimento "Trinity Test", Oppenheimer recita alcuni versi dal testo sacro indu' Bhagavad-Gita: "E ora divento la Morte, il Distruttore dei Mondi".

A Potsdam, Stalin viene informato da Truman del test con successo della bomba atomica. Il dittatore sovietico reagisce con felicità alla notizia, ma non pone domande sulla natura della nuova tecnologia, il che' insospettisce non poco il presidente americano che si aspettava di riportargli una notizia clamorosa.

Gli obiettivi in Giappone sono già stati scelti da tempo, ed intenzionalmente risparmiati dai bombardamenti a tappeto (*area bombing*) che ha già raso al suolo un centinaio di città industriali nipponiche. Il 26 Luglio 1945 l'incrociatore Indianapolis consegna la bomba atomica nel porto di Tinian. L'operazione è segretissima e quindi priva di scorta. Nel viaggio di ritorno la nave, proprio perché priva di protezione, verrà attaccata e affondata da un sommergibile giapponese. La segretezza provoca fraintendimenti e problemi nelle operazioni di soccorso, che arrivano a trovare i 316 superstiti (di 1199) solo il 2 Agosto.

Il 6 Agosto 1945 alle ore 8:15:17" ora del Giappone la bomba nucleare a fissione di Uranio (*Little Boy*) esplode nel cielo di Hiroshima: sono 130 mila i morti sul colpo e per le radiazioni nei mesi seguenti. La sgancia il B29 "Enola Gay" dopo 5h 30' di volo da Tinian Island, Saipan. Il comandante e pilota è Paul Tibbets.



Il Giappone non si arrende. Si decide di usare l'unico altro esemplare di bomba disponibile.

Il 9 Agosto 1945 alle ore 12:01 ora del Giappone la bomba nucleare a fissione di Plutonio (*Fat Man*) distrugge Nagasaki. I morti sul colpo e mesi seguenti per le radiazioni sono circa 80 mila. La città viene bombardata dal B29 "*The Great Artiste*" (che però riporta sulla fusoliera solo il numero 77) solo dopo aver sorvolato invano l'obiettivo primario, la città di Kokura (ora Kitakyushu), coperta da nuvole.

Avvistato l'obiettivo secondario, anch'esso coperto di nubi, siccome non è pensabile tornare indietro e rischiare un ammaraggio a causa della mancanza di carburante con un'atomica armata a bordo, il comandante decide, in contrasto con gli ordini, di accendere il radar in modo da individuare l'obiettivo anche attraverso le nubi. Così la bomba viene sganciata sulla zona industriale della città, vicino a fabbriche d'armi nella Valle di Urakami, a quasi 4 km a nord-ovest da dove previsto. Questo errore salva gran parte della città, protetta dalle colline circostanti.

Due giorni dopo il governo americano rende pubblico il rapporto ufficiale sul Progetto Manhattan: si tratta del rapporto Smyth.

Gli Stati Uniti hanno finito le atomiche disponibili ma il Giappone non si è ancora arreso. Viene così dato l'ordine a tutti i B29 disponibili a Guam, Saipan, Tinian Island di bombardare vari obiettivi con le *Pumpkin Bombs* ovvero bombe delle stesse dimensioni di Fat Boy ma caricate con 5ton di Torpex (più potente del TNT). Tutti i B29 compiono la missione e tornano alla base.

Il Giappone si arrende il 14 Agosto.

Termina il peggiore conflitto della storia dell'umanità: più di 50 milioni di morti in 6 anni.

Il 16 Ottobre dello stesso anno Oppenheimer rassegna le dimissioni dal Progetto Manhattan, e viene convocato dal presidente Truman alla Casa Bianca. I due non si piacciono: ad un certo punto Truman chiede ad Oppenheimer di indovinare quando i russi avrebbero avuto la loro atomica. Oppenheimer dice che non lo sa, ma Truman dice di saperlo: "Mai". La discussione continua e lo scienziato dice: "*I feel I have blood on my hands*". Dopo il colloquio il presidente dichiarerà "*Blood on my hands... dammit, he hasn't half as much blood on his hands as I have!*".



Lo scienziato è ormai un personaggio pubblico a livello mondiale. Tiene un discorso alla Association of Los Alamos Scientists in cui giustifica l'uso della bomba atomica come inevitabile. Ma già nel 1949 Robert Oppenheimer compare davanti alla House of Representative Committee of Un-American Activities (HUAC). Cerca di collaborare col comitato, fra i cui membri compare Richard Nixon.

Truman aveva torto: il 29 Agosto 1949 avviene la prima esplosione nucleare sovietica: la RDS (sigla in russo per: "la Russia la fa da sola") viene fatta esplodere su una torre di cemento di 38m nella Technical Area Sh nella Facility 905 in Kazakhstan; l'esplosione è di 22 Kiloton; sarà la prima di 715 tests nucleari nazionali. Nove giorni dopo un B29 americano preleverà campioni di aria sopra l'Oceano Pacifico con filtri speciali e sarà così in grado di scoprire l'avvenuta esplosione nucleare sovietica. Joe-1, come viene battezzato il test dagli americani, è una accurata copia della bomba al Plutonio americana, ovvero Fat Man sganciata su Nagasaki.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena - Anno 1 - numero 3 | 4/12/2009

Nel 1953 Lewis Strauss, chairman della Atomic Energy Commission americana, inizia una sistematica campagna per demolire la reputazione di Robert Oppenheimer, comunicando al presidente Ike Eisenhower che non se la sente di fare il suo mestiere nella AEC se Oppenheimer continua ad essere connesso col programma in qualche modo.

Il 23 Dicembre 1953 Robert Oppenheimer viene formalmente accusato di associazione con comunisti noti e ignoti, ma soprattutto del cosiddetto Chevalier affair e di aver cercato attivamente di convincere diversi scienziati a non lavorare al progetto della bomba H (la "Super") di Edward Teller.

Lewis Strauss e J. Edgar Hoover, a capo della FBI, completano il lavoro preliminare per sferrare l'attacco giudiziario contro Robert Oppenheimer. Il lavoro prevede anche l'accantonamento del senatore McCarthy, giudicato troppo inaffidabile.

Il 12 Aprile 1954 si apre la Security Hearing per Robert Oppenheimer. Gordon Gray e' il chairman, Henry DeWolf Smyth, della AEC, sara' l'unico a votare contro la proposta di togliere l'accesso a Oppenheimer al materiale riservato. La maggioranza (Roger Robb, Ward Evans, Eugene Zuckert) voterà per togliergli l'accesso.



La testimonianza del generale Groves alla Security Hearing afferma che Oppenheimer potrebbe essere un pericolo per la sicurezza e che se fosse stato a conoscenza di tutte le informazioni a suo carico, non gli avrebbe affidato l'incarico del progetto Manhattan. Groves era in realtà stato intimidato da Lewis Strauss perché facesse tale dichiarazione.

Il 23 Maggio 1954 arriva il verdetto della Gray Board sulla Security Hearing contro Oppenheimer: stabilisce (con un voto di due a uno) che Robert Oppenheimer e' un cittadino leale e rispettoso delle leggi ma che, allo stesso tempo, può rappresentare un pericolo per la sicurezza. Evans, membro della commissione e repubblicano conservatore, dissente e scrive un minority report dove in sostanza dice

che le accuse a suo carico erano già note quando Groves lo incaricò del Progetto Manhattan.

Il 29 Giugno 1954 la AEC, con un voto di 4 a 1, vota per sospendere l'accesso di Robert Oppenheimer al materiale riservato, l'unico voto contrario arriva da Henry DeWolf Smyth. La AEC Commission e' composta da 3 democratici (Henry DeWolf Smyth, Thomas Murray, Eugene Zuckert) e due repubblicani (Lewis Strauss e Joseph Campbell).



Il verdetto della Gray Board e della AEC, fortemente voluto da Lewis Strauss della AEC, sul lungo periodo distruggerà la reputazione e la carriera di Strauss stesso e, al contrario, pubblicizza la figura dello scienziato Robert Oppenheimer.

Col passare degli anni, e del Maccartismo, le cose cambiano e il 2 Dicembre 1963 il Presidente Lyndon Johnson consegna il Fermi Award a Robert Oppenheimer, e un premio di 50000 dollari. Dopo nove anni dal verdetto per la sospensione dell'accesso al materiale classificato, si tratta quindi della pubblica riconciliazione fra il governo e lo

scienziato. Robert tiene un discorso in cui dice: "...we are engaged in this great enterprise of our time, testing whether men can both preserve and enlarge life, liberty and the pursuit of happiness, and live without war as the great arbiter of history". Edward Teller, ex collega di Oppenheimer, e' presente alla cerimonia e stringe la



mano allo scienziato. Kitty, la moglie di Robert, rimane con lo sguardo di ghiaccio: non ha perdonato a Teller la testimonianza contro il marito alla Security Hearing.

Il 18 Febbraio 1967 alle 10:40 di sera J. Robert Oppenheimer, muore durante il sonno; soffriva di un tumore alla gola da un paio di anni.

Appendice

Cronologia delle principali detonazioni nucleari documentate:

16 Luglio 1945	Prima Bomba Nucleare ad Alamogordo (New Mexico): "Trinity", detonazione da torre di 32m, 21Kton, lascia un cratere profondo 3m e largo 335m
25 Luglio 1946	Atollo di Bikini, operazione CrossRoads, detonazione "Baker" subacquea a 27m sotto la superficie, 21Kton, proietta 9 milioni di litri d'acqua (9000 ton) a 1600m di quota; la colonna d'acqua larga 600m ricadendo crea onde di 29m che distruggono parte della flotta fantasma (71 navi) ancorata a scopo di test a poca distanza; 8 navi affonderanno; fra le navi bersaglio la Nagato (ex ammiraglia giapponese a Pearl Harbor) e la Saratoga (la quale resiste all'ondata di 29m e affonda il giorno successivo per i danni riportati)
9 Maggio 1951	Atollo di Eniwetok: Operazione GreenHouse, detonazione termonucleare da torre 61m "George": 225Kton; progettata da Edward Teller, ha un innesco a fusione di deuterio-trizio e l'innesco stesso e' dovuto all'implosione dell'ordigno dovuta alla radiazione piuttosto che a potenti esplosivi
25 Maggio 1951	Atollo di Eniwetok: Operazione GreenHouse, detonazione termonucleare "Item" da torre 61m: 45.5Kton; impiega gas di deuterio-trizio nel nocciolo della bomba per potenziare l'innesco dello stadio a fissione; ne risulta un'efficienza complessiva doppia
1 Novembre 1952	Atollo di Eniwetok, operazione Ivy, detonazione "Mike" in superficie a 1m, 10.4Mton (10400Kton), si tratta della prima bomba termonucleare (a fusione nucleare), la prima "stella artificiale", Mike era dotato di un enorme apparato di refrigerazione da 82ton per mantenere liquidi deuterio e trizio; la potenza dell'esplosione e' maggiore di quella di tutti gli ordigni bellici della Prima e della Seconda Guerra Mondiale; il fungo nucleare raggiunge quota 43 300 m e si espande per un diametro massimo di 161Km
2 Ottobre 1952	Prima bomba nucleare britannica: 25Kton fatta detonare al largo dell'Australia Occidentale; complessivamente saranno 45 i tests britannici
16 Novembre 1952	Atollo di Eniwetok, operazione Ivy, detonazione "King" con sgancio da aereo a 450m, 500Kton, si tratta della bomba a fissione piu' grande ed efficiente mai fatta esplodere; prima di King si riteneva che il problema della massa critica dell'uranio avrebbe limitato la potenza delle bombe a fissione a 250Kton; si era molto interessati a questo limite visti gli incerti esiti di quel periodo attorno agli studi sulla fusione nucleare
19 Maggio 1953	Poligono del Nevada: Operazione Upshot-Knothole, detonazione nucleare in atmosfera "Dirty Harry": la piu' efficiente esplosione a fissione di bassa potenza; esplosione da torre, 32Kton; provoca uno dei piu' grandi disastri radiologici del Nord America: da sola produce 30000 dei complessivi 85000 rontgen/persona di tutti i tests nucleari del Nord America; l'incremento di livello complessivo medio di radiazioni causato da tutti gli esperimenti nucleari in atmosfera e' comunque comparabile con la differenza di radioattivita' percepita da chi vive in una casa in mattoni (piu' radioattiva) e chi vive in una casa in legno, e comunque molto inferiore alla differenza di radioattivita' percepita da chi vive al livello del mare o a 2000m di altitudine
1 Marzo 1954	Atollo di Bikini, operazione Castle; detonazione "Bravo" in superficie (2m); 15Mton; cratere di 2Km, profondo 76m, il fungo raggiunge quota 40 000m e un diametro di 106Km



5 Maggio 1954	Atollo di Bikini; operazione Castle; detonazione "Yankee" da chiatta (5m); 13.5Mton; impiega come combustibile per la fusione Litio parzialmente arricchito (in un altro esperimento denominato Romeo fu impiegato Litio naturale) che permette un aumento dell'efficienza del 61%
21 Maggio 1956	Atollo di Bikini, operazione RedWing, detonazione "Cherokee" a 1326m, 3.8Mton, prima detonazione di bomba termonucleare sganciata da un aereo (un B-52)
28 Maggio 1956	Isola di Eninman; operazione RedWing, detonazione Zuni in superficie a 2.7m, 3.5Mton; ordigno termonucleare "pulito" a 3 stadi: attinge l'85% della potenza dalla fusione (poco radioattiva) anziché dalla fissione nucleare (molto radioattiva); e' un prototipo della bomba Mark-41 da 25Mton che sarà l'arma più potente nell'arsenale americano (i sovietici avevano armi anche da 100Mton)
26 Giugno 1956	Atollo di Bikini; operazione RedWing; detonazione "Dakota" in superficie (4m); 1.1Mton; prototipo della testata W-28, la più versatile e utilizzata testata americana, verrà prodotta in 5 modelli e 20 varianti; quello del test pesava 815Kg, con un diametro di 50cm e una lunghezza di 152cm
5 Luglio 1957	Poligono del Nevada: Operazione PlumbBob, detonazione nucleare da pallone 457m "Hood": 74Kton; bomba termonucleare (a fusione): e' il più grande test nucleare in atmosfera mai avvenuto negli Stati Uniti continentali; 900 soldati e 124 aerei ed elicotteri sono fatti avanzare verso il punto zero con una radioattività di 100 rontgen/ora
19 Luglio 1957	Poligono del Nevada: Operazione PlumbBob, detonazione nucleare da razzo 6100m "John": 1.7Kton; sotto al punto zero ci sono 5 volontari; il test serve per testare la capacità degli ordigni di distruggere flotte di bombardieri sovietici
6 Settembre 1957	Poligono del Nevada: Operazione PlumbBob, detonazione nucleare da pallone 152m "Wheeler": l'ordigno pesa solo 72Kg e renderà possibile la realizzazione di missili nucleari terra-aria "Davy Crockett" da 0.01-6 Kton azionabili da una sola persona
8 Settembre 1957	Poligono del Nevada: Operazione PlumbBob, detonazione nucleare da pallone 230m "Laplace": l'ordigno pesa solo 228Kg ed e' il primo prototipo di bomba a neutroni
6 Maggio 1958	800Km a Est-NordEst di Christmas Island, operazione Dominic, detonazione "Frigate Bird" da razzo 3400m di quota, 600Kton; si tratta dell'unico test americano di un missile balistico con testata nucleare attiva; il missile e' lanciata dalla nave Ethan Allen e percorre 1890Km nello spazio prima di rientrare in atmosfera; e' un prototipo della testata W-47 che verrà montato su missili Polaris per sottomarino
17 Maggio 1958	Atollo di Eniwetok, operazione HardTack I, detonazione "Wahoo" subacquea a 150m di profondità su fondali profondi 1000m, 9Kton
29 Giugno 1958	Atollo di Eniwetok, operazione HardTack I, detonazione termonucleare "Oak" da chiatta 1.7m, 8.9Mton, si forma un cratere subacqueo profondo 62m e ampio 1750m; dal test verranno sviluppate le testate W-53 per missili Titan II la bomba strategica B-53
12 Agosto 1958	Isola di Johnston, operazione HardTack I, detonazione termonucleare "Orange" da razzo 43Km di quota, 3.8Mton, collaudo della testata W-39 in versione anti-missile balistico
13 Febbraio 1960	Esplosione della prima bomba nucleare francese, nel Sahara Algerino: 60-70Kton; e' la prima di 210 tests nucleari francesi
9 Giugno 1962	16Km a sud di Christmas Island, operazione Dominic; detonazione "Truckee" a 2124m di quota, 210Kton; prototipo della testata W-58 che verrà montata su missili Polaris A-2 per sottomarini nucleari
9 Luglio 1962	Isola di Johnston, operazione FishBowl; detonazione "StarFish Prime" da razzo a 400Km di quota, 1.4Mton; produsse un'aurora artificiale che durò 7min a bordo in tilt apparecchiature elettriche a Oahu, Hawaii, a 1290Km di distanza; la testata W-49 così sviluppata verrà montata su missili Thor, Atlas, Jupiter, Titan
17 Luglio 1962	Poligono del Nevada; Operazione SunBeam, detonazione "Little Feller I" da razzo a 27m di quota, solo 18 ton di tritolo (0.018Kton) per collaudare il lanciarazzi nucleare Davy Crockett



5 Agosto 1962

L'URSS effettua la detonazione di un ordigno nucleare da 20.9 Mton sganciato da un aereo

25 Settembre 1962

L'URSS effettua la detonazione di un ordigno nucleare da 19.1 Mton sganciato da un aereo

19 Ottobre 1962

Isola di Johnston, operazione FishBowl; detonazione "CheckMate" da razzo a 146Km di quota, 60Kton; collaudo della testata W-39 in versione anti missile balistico

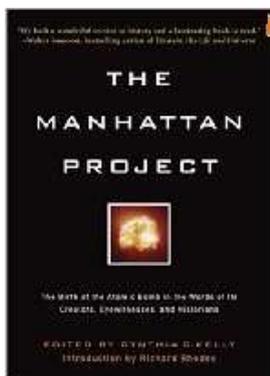
25 Ottobre 1962

Isola di Johnston; detonazione nucleare di "BlueGill Triple Prime" da razzo ad alta quota; lo stesso giorno gli Stati Uniti effettuano un secondo test nucleare nel Pacifico

24 Dicembre 1962

L'URSS effettua la detonazione di un ordigno termonucleare da 22 Mton sganciato da un aereo

Bibliografia:

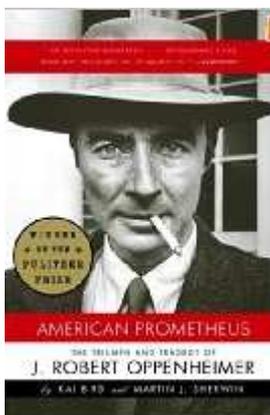


Titolo: The Manhattan Project

Autore: Cynthia C. Kelly

Editore: Black Dog & Leventhal Publisher

http://www.amazon.com/Manhattan-Project-Creators-Eyewitnesses-Historians/dp/1579127479/ref=pd_rhf_shvl_3



Titolo: American Prometheus: The Triumph and Tragedy of J. Robert Oppenheimer

Winner of the Pulitzer Prize

Autore: Kai Bird and Martin J. Sherwin

Editore: Vintage

http://www.amazon.com/American-Prometheus-Triumph-Tragedy-Oppenheimer/dp/0375726268/ref=pd_bxgy_b_img_c#noop



APOLLO 13

di **Ciro Sacchetti**

Di tutte le missioni Apollo, la n°13 è una di quelle missioni, oltre all'Apollo 11, che desta un certo interesse. L'incidente avvenuto a due giorni dal lancio che mise in serio pericolo i tre astronauti, e gli eventi che ne sono seguiti, sono ben presenti nella memoria comune, resi celebri anche grazie all'omonimo film di Ron Howard del 1995.



L'opinione pubblica di allora però, stiamo parlando del 1970, era scarsamente interessata a questa missione, la vedeva come una operazione di routine. Il lancio aveva subito un calo di audience

molto grosso, addirittura le reti non vollero nemmeno il collegamento in diretta con l'equipaggio in rotta verso la luna, anche alla NASA si respirava un'aria di rilassatezza, con due missioni portate a termine senza troppi intoppi, il programma si svolgeva regolarmente, anche troppo, ed è risaputo che quando le cose vanno troppo bene, le probabilità che qualcosa vada storto si alzano a dismisura, succederà appunto con l'Apollo 13.

Nell'ottobre del 1969 il comandante precedentemente designato Alan Shepard deve essere sostituito per una otite che si è aggravata, viene perciò nominato James Lovell un veterano dello spazio, con al suo attivo le missioni Gemini 7, Gemini 12 e Apollo 8 (che per primo raggiunse l'orbita lunare). Come pilota del modulo di comando venne nominato Ken Mattingly, mentre l'incarico di pilota del LEM venne conferito a Fred Haise. Per tutti e due sarà la prima missione.

Questo cambio, unito al fatto che nella cultura americana il 13 è portatore di sventura, non venne visto di buon auspicio da alcuni superstiziosi. Comandante dell'equipaggio di riserva sarà John Young; nel ruolo di pilota di riserva del modulo di comando viene scelto Jack Swigert e Charles Duke verrà nominato pilota di riserva del LEM.

Col numero di serie "AS-508" i singoli stadi del razzo Saturno vengono consegnati tra Giugno e Luglio del 1969 al Kennedy Space Centre. Il modulo di comando con il numero di serie "CSM-

109", verrà battezzato "Odissey", al LEM col numero "LM-7" verrà dato nome "Aquarius". Il 15 Dicembre 1969 l'Apollo 13 perfettamente assemblato, poté essere portato sulla Rampa 39-A. Il programma di volo prevedeva l'allunaggio nei pressi dell'altopiano di "Frà Mauro", l'installazione dell'ALSEP (Apollo Lunar Surface Experiments Package) una serie di congegni destinati alla misurazione del campo magnetico e, delle onde sismiche, un riflettore laser, ed altro. Vi era inoltre in previsione l'esperimento "Saturn-Crash", che verrà portato a termine con successo anche se fu poco considerato visto l'incidente che succederà di lì a poco. L'esperimento consisteva nel far precipitare sulla superficie lunare il terzo stadio del Saturno. Dopo l'estrazione del LEM venne riacceso il propulsore per dare una traiettoria di collisione con la Luna, la manovra riuscì perfettamente infatti, tre giorni dopo il terzo stadio (dal peso di 14 tonnellate alla velocità di 9000 Km/h.) precipitò a 120 chilometri dal sito di allunaggio dell'Apollo 12, provocando un'onda sismica che durò tre ore circa. Ma torniamo ai giorni che precedono l'inizio della missione: il lancio era previsto per l'11 Aprile 1970, il 6 Aprile si scopre che il pilota di riserva del modulo lunare Charles Duke era infetto dal morbillo; Ken Mattingly fu l'unico a non risultare immune al contagio, così per evitare che Mattingly si ammalasse nel pieno dello svolgimento della missione, il 9 aprile, a soli due giorni dal lancio, venne resa nota la sostituzione con il pilota di riserva del modulo di comando Jack Swigert.

Possiamo solo immaginare l'umore e lo stato d'animo di Mattingly e degli altri due Astronauti: per quanto siano freddi professionisti, a così poca distanza dal lancio dopo tante ore di simulatore passate insieme, il cambio di uno dei membri dell'equipaggio crea non poche tensioni.

Nonostante tutto, l'11 Aprile, alle ore 19,13 (ora di Houston), il razzo Apollo 13 si stacca dalla rampa 39-A, gli spettatori accorsi assistono allo spettacolare decollo del Saturno che con un fragore assordante inizia la sua corsa verso la Luna.

Il volo inizialmente si svolge senza problemi, il distacco del primo stadio avviene secondo programma, ma qui qualcosa va storto, il motore centrale del secondo stadio si spegne 2 minuti e 7 secondi prima del dovuto (da successive indagini si



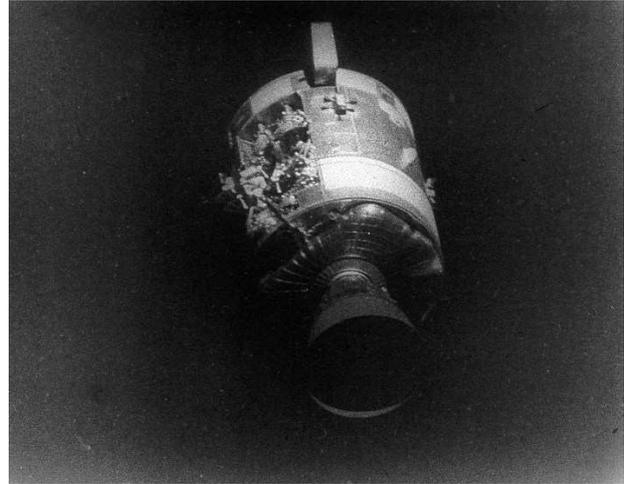
scoprirà che il malfunzionamento fu dovuto all'effetto pogo, oscillazione dell'alimentazione di carburante al razzo che provoca forti oscillazioni di spinta). Lovel comunica l'avvenuto e teso attende comunicazioni sul da farsi, da terra accortisi del problema rimediano aumentando di 34 secondi in più la propulsione dei quattro motori laterali e di 12 secondi in più, quella dell'unico motore del terzo stadio. Entrano così in orbita 134.550 kilogrammi di veicolo, un primato.

Dopo 1,5 orbite intorno alla terra, viene riacceso il motore del terzo stadio per mettere l'Apollo 13 in rotta verso la Luna, qui Swigert compie l'operazione di estrazione del LEM in modo perfetto, viene perciò avviato l'esperimento "Saturn Crash". Al controllo missione tutti sono soddisfatti, tutto sembra procedere nel migliore dei modi, anche il direttore di volo Gene Kranz si lascia andare all'ottimismo, ma di lì a poco le cose cambieranno.

Il 13 Aprile, a 55 ore e 55 minuti dal lancio e alla distanza di 321.860 Km. dalla terra, Houston chiede all'equipaggio di effettuare un'operazione di routine, rimescolare l'ossigeno nei serbatoi per evitarne la stratificazione. All'apertura dell'alimentazione, i cavi che collegano il motore al miscelatore vanno in cortocircuito creando una scintilla il fuoco che ne segue porta la pressione del serbatoio n°2 oltre il punto critico; fino a farlo esplodere!

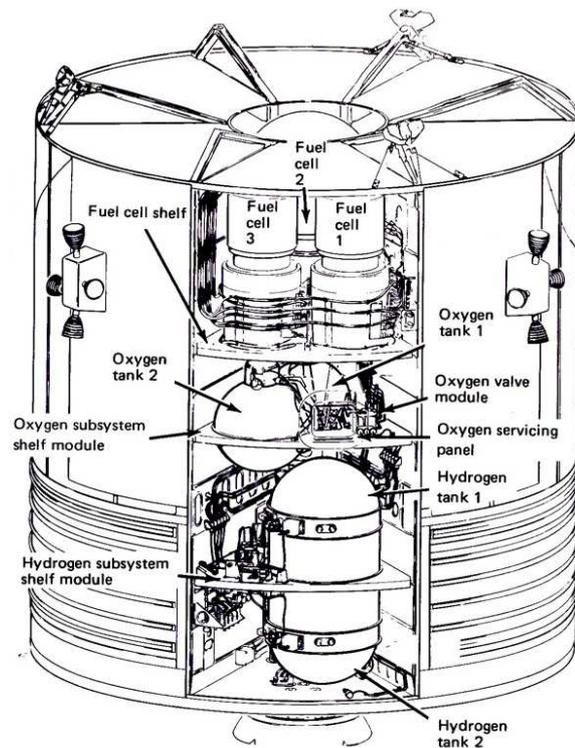
Nel Modulo di Comando, i tre Astronauti avvertono la forte esplosione, si pensa subito ad una avaria del sistema elettrico, Lovel raggiunta la strumentazione si accorge assieme agli altri che si sono accese svariate spie di allarme, la cosa è molto più grave di quello che immaginavano, Swigert allora comunica il drammatico annuncio "Ok Houston, we've had a problem here"; dal controllo missione viene chiesto di ripetere, Lovell ripete "Houston, abbiamo avuto un problema!".

A terra il torpore della routine va in frantumi riportando tutti alla drammatica realtà. Qualcosa di grave è successo, e nessuno ne capisce la causa, intanto dall'Apollo comunicano di perdite di tensione sui pannelli di controllo A e B, le telemetrie indicano una perdita d'ossigeno dal serbatoio n°2, parlano di forti vibrazioni e di qualcosa che li spinge fuori rotta, ad un certo punto si accorgono dall'oblò n°1 che hanno effettivamente una perdita d'ossigeno e lo comunicano a terra. Al controllo missione per un attimo tutto si ferma, l'angoscia ora si legge sul volto di tutti, Kranz chiede un quadro della situazione, gli addetti corrono da una console all'altra raccogliendo dati preoccupanti, gli viene



comunicato che la perdita è nei serbatoi n°2 e n°1, nell'esplosione è rimasto anch'esso danneggiato, considerato che l'ossigeno serve da propellente per le celle delle pile a combustibile, si pensa che la perdita avvenga all'altezza delle valvole dei reagenti delle pile 1 e 3, si decide allora di chiuderle, ma purtroppo il tentativo fallisce e continua la fuoriuscita d'ossigeno.

Vengono emessi i primi comunicati stampa che parlano di un incidente occorso all'Apollo 13 ormai in vista della Luna, poco altro viene detto anche perché poco si sapeva dell'accaduto, l'opinione pubblica intanto incomincia di nuovo ad interessarsi alla missione.





A Houston la situazione richiede una decisione rapida, al modulo di comando restano solo 15 minuti di sopravvivenza, perciò si decide di trasferire l'equipaggio nell'Aquarius che è completamente rifornito non essendo ancora stato utilizzato. L'attività sia a terra che sulla navicella è febbrile, bisogna trasferire tutti i controlli di navigazione sul LEM dal Modulo di Comando prima di spegnerlo, la check list prevedeva un tempo di tre ore per avviare il LEM, Lovel e Haise nell'Aquarius avviano il computer di bordo in tutta fretta nel poco tempo rimasto prima che Swigert sull'Odissey spenga tutto, da terra intanto viene controllato che tutti i dati di navigazione immessi nel LEM siano corretti. Con non poca fatica l'Aquarius è funzionante ed è diventato una lancia di salvataggio. Dovrà sostenere la vita di tre uomini per quattro giorni, quando in realtà era predisposto ad ospitarne due persone per due giorni, si rende perciò necessario trovare il modo di far rientrare l'equipaggio nel più breve tempo possibile. Viene deciso di far eseguire un passaggio intorno alla Luna e di riprendere la rotta verso la Terra utilizzando una traiettoria di ritorno libera; per fare ciò è però indispensabile rallentare l'Apollo per l'immissione in orbita Lunare. Da programma si sarebbe dovuto utilizzare il motore del Modulo di Servizio (SPS), i tecnici da terra però temono che nell'esplosione si sia danneggiato, si decide perciò di usare il motore del LEM, non sarà cosa facile in quanto il LEM è stato progettato per scendere sulla Luna, non per correggere la traiettoria. Il quarto giorno, Lovell Accende il motore per 31 secondi compiendo l'operazione di inserimento in orbita con successo e alle ore 01.21 l'Apollo 13 scompare dietro il disco lunare spezzando il collegamento radio per più di 40 minuti tra i naufraghi e la Terra.



L'opinione pubblica (destata dai media su ciò che stava avvenendo) assiste, in numero crescente, a special e conferenze stampa, dove è evidente che i tre Astronauti stanno rischiando seriamente la vita,

hanno una esigua possibilità di rientrare sani e salvi sulla terra.

A Houston intanto è in corso un briefing, si evidenzia subito che il LEM a pieno funzionamento consuma 60 Ampere e l'equipaggio rischia di rimanere senza corrente dopo 18 ore circa, quando invece ne servono più di 45 per avvicinarsi alla Terra, i tecnici non sanno cosa fare, si teme per la vita dell'Equipaggio. Verrà deciso di portare il consumo di energia elettrica a poco più di 10 Ampere, che voleva dire spegnere: computer di bordo, radar e altro, sicuramente un brutto modo di navigare. Il quinto giorno in aggiunta a tutto quello sta succedendo da terra rilevano un angolo di rientro sbagliato che rischia di far rimbalzare la capsula all'addensarsi dell'atmosfera facendola rimbalzare come un sasso su uno stagno, Lovel e Haise devono perciò fare una accensione del motore del LEM per ben 4 minuti avendo a disposizione solo riferimenti visivi e nessun computer, in modo rocambolesco l'accensione viene fatta con un buon esito. Il sesto giorno, il 16 Aprile alle ore 19.59 l'apollo 13 supera il punto di equilibrio gravitazionale tra la Luna e la Terra, a bordo però le cose non vanno molto bene, Haise ha la febbre, probabilmente il freddo e la scarsità d'acqua dovuta allo spegnimento delle celle a combustibile, hanno fatto insorgere in lui una infezione urinaria, in più come si temeva già tempo, il tasso di anidride carbonica si sta alzando fino al livello di guardia, il LEM mostra in questo frangente il limite a cui è stato portato nel mantenere in vita tre persone invece di due per molto più tempo di quello per cui era stato progettato. Gli unici filtri di ricambio sono quelli della Odissey di forma cubica mentre quelli dell'Aquarius sono cilindrici. Dopo una stretta collaborazione tra tutte le ditte che avevano costruito il LEM, nell'arduo tentativo di infilare "un piolo quadrato in un buco rotondo", venne ideato un rudimentale apparato utilizzando solo materiali che avevano a bordo e che gli Astronauti riproducessero riportando i tassi di CO₂ a livelli normali. Ma i problemi non sono finiti, la Terra si sta avvicinando e si avvicina anche il momento di ridare corrente all'Odissey che è rimasto disattivato per quattro giorni. L'energia da gestire è esigua e da terra nel simulatore Ken Mattigly (al quale non è mai venuto il Morbillo!) assieme all'equipaggio di riserva hanno lavorato incessantemente per trovare la giusta sequenza di riavvio, verrà trasmessa a Swigert e l'Odissey riprende a funzionare. Poco prima di abbandonare il LEM, viene distaccato il Modulo di servizio, ad una prima occhiata gli Astronauti rabbriviscono, una intera fiancata è mancante, si teme che la forte esplosione possa aver intaccato anche lo scudo termico della capsula.



Il 17 Aprile tutto il mondo col fiato sospeso attende di sapere se gli Astronauti ce la faranno a tornare sani e salvi, molti Paesi offrono il proprio aiuto all'America in questa circostanza, Papa Paolo VI° ha radunato i fedeli in preghiera a S.Pietro, intanto al controllo missione ci si prepara a sganciare il LEM che verrà fatto precipitare in un punto profondissimo dell'Oceano indiano, alle 19.00 la Odissey comincia la sua ultima corsa verso l'Oceano Pacifico, il silenzio radio di un veicolo al rientro in atmosfera è sempre durato non più di tre minuti e mezzo, questa volta però durerà quasi sette minuti facendo temere il peggio, ma la vista dei tre paracadute dispiegati e la voce di Lovell fanno tirare a tutti un sospiro di sollievo. Il mondo si accorge che andare sulla Luna non è uno scherzo e che solo l'impegno e la volontà di un gruppo di persone ha permesso ai tre Astronauti dati ormai per spacciati, di rientrare sulla terra sani e salvi e i sette giorni di Apollo 13 verranno ricordati come un fallimento di enorme successo.

Riferimenti:

Wikipedia, alla voce "Apollo 13".

"La Luna", di Piero Bianucci. Edizioni Giunti

Corso di Astronomia/Astronautica 08/09 di Luigi Borghi (lez. 15)

<http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-350/toc.html>

"Coelum" numero di Luglio 09.

*Ringrazio: Leonardo Avella, Lamberto Dolce e Susanna Riccò, per l'aiuto e il supporto.

CURIOSITA':

-La missione Apollo 13 detiene tuttora il record di trasvolata con equipaggio umano, più lontana dalla terra avendo sorvolato il lato nascosto della Luna ad una distanza di 100 km. superiore a tutte le altre missioni. Ma non fu un caso, a causa dell'eccentricità dell'orbita lunare, la distanza tra la Luna e la Terra era maggiore di 100 Km.

-Durante le riprese del Film "Apollo 13" di Ron Howard, per ricreare le condizioni di gravità zero, venne montato un set cinematografico e riprodotti parte del Modulo di Comando e parte del LEM su un Boeing 747 adibito all'allenamento degli Astronauti (Vomit Comet), lanciandosi in picchiata da grandi altitudini, per alcuni secondi si otteneva l'assenza di gravità.

-Sempre nelle riprese del Film sopraccitato, quando i tre Astronauti salgono sulla portaerei "Iwo Jima" Tom Hanks che impersona James Lovell, stringe la mano al Comandante della nave che è impersonato dal vero James Lovell.

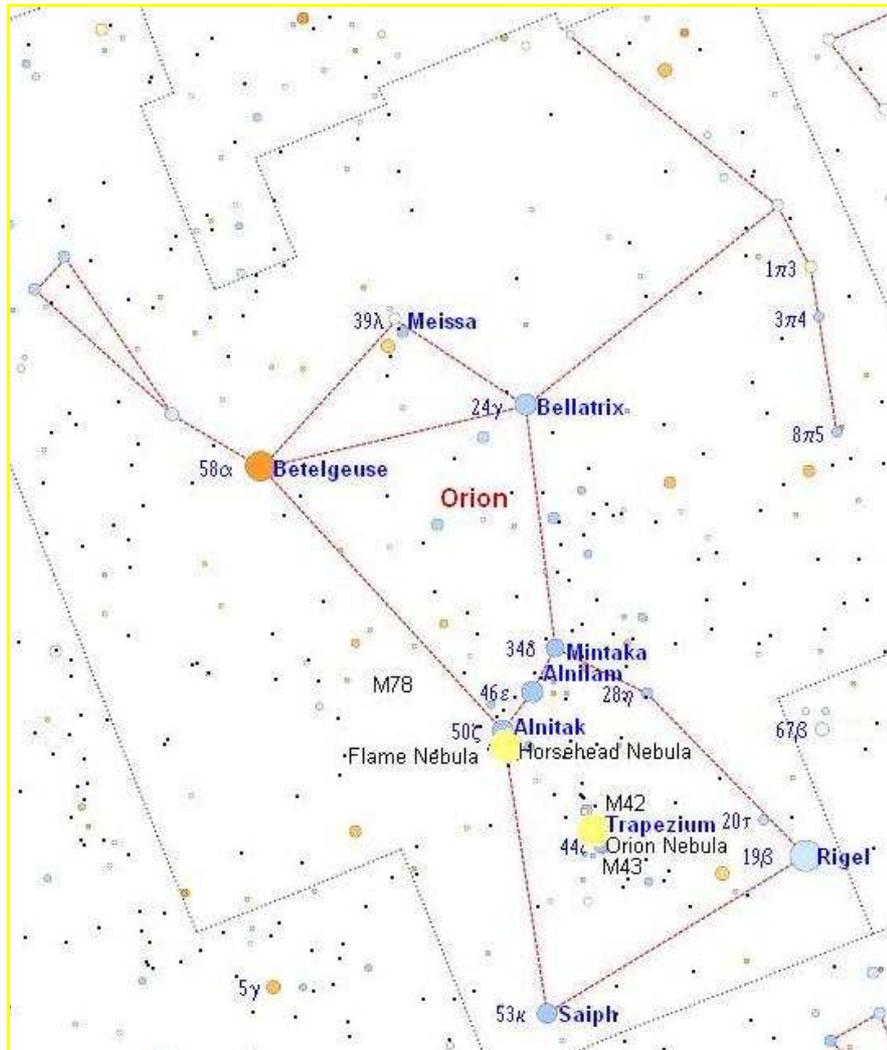




Astronomia: ORIONE

di Roberto A. Castagnetti

ORIONE



Questo mese osserviamo la più famosa e riconoscibile delle costellazioni: Orione.

Orione o il Cacciatore (in latino Orion) si trova a cavallo dell'equatore celeste, e questo fa sì che questa costellazione, dalla inconfondibile forma a clessidra, sia un punto di riferimento per tutti i popoli del nostro pianeta.

Si trova in un contesto estremamente ricco di stelle luminose, in particolare sul lato orientale ed, infatti, comprende circa 130 stelle visibili. E' facilmente identificabile rintracciando l'allineamento delle tre stelle di prima e seconda magnitudine che formano la cosiddetta "Cintura" Orione".

Sotto la cintura pende una seconda sequenza di stelle meno luminose, denominata *Spada di Orione*, la cui componente centrale è in realtà una delle nebulose più famose, nonché una delle poche visibili anche ad occhio nudo, la *Nebulosa di Orione*.

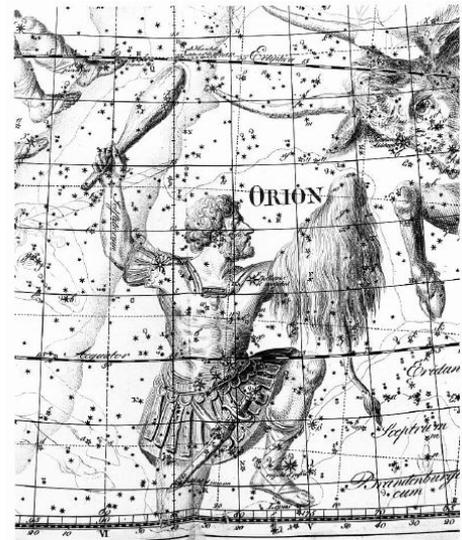
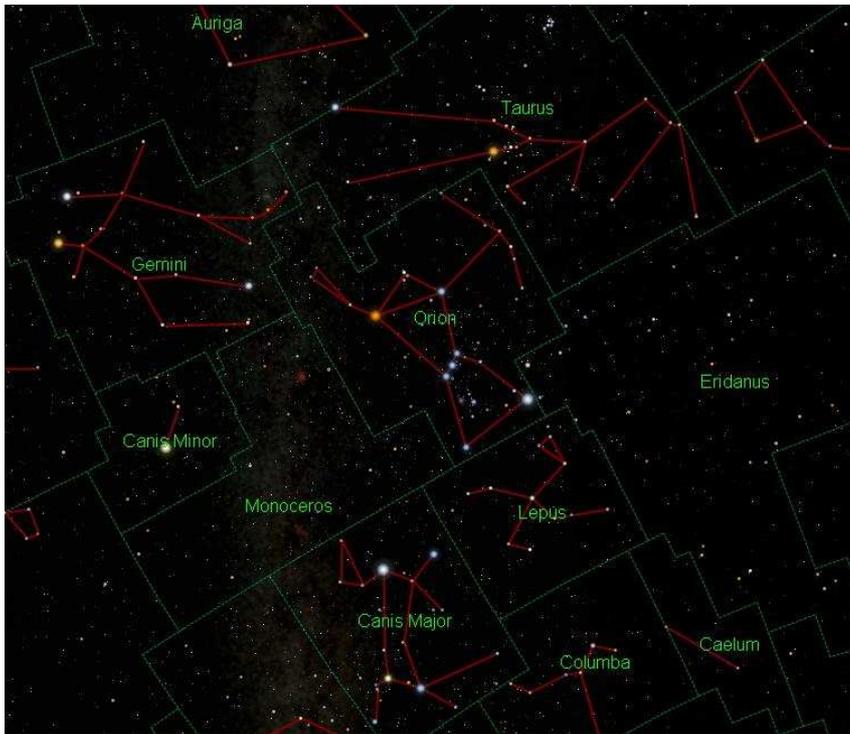
Tra le stelle che la compongono, Betelgeuse e Rigel risultano essere tra le più brillanti del cielo (rispettivamente in decima e settima posizione).

E' la più splendente delle costellazioni, caratteristica che ben si addice a un personaggio che secondo la leggenda fu il più imponente e il più bello degli uomini, figlio di Poseidone, il dio del mare, ed Euriale, figlia del Re Minosse di Creta.



Nel cielo notturno Orione è immaginato mentre affronta la carica del Toro sbuffante della costellazione confinante, nonostante la mitologia non faccia nessun riferimento a un tale combattimento. Ed è seguito dai suoi due cani: le costellazioni del Cane Maggiore e del Cane Minore.

Nella rappresentazione sotto riportata, tratta da Uranographia di Johann Bode, Orione solleva il bastone e lo scudo per difendersi dalla carica del Toro. La sua spalla destra è segnata da Betelgeuse, e il suo piede sinistro da Rigel.



Sopra: Rappresentazione di Orione

A sinistra: Orione e le costellazioni vicine

Molte antiche civiltà rappresentarono la costellazione di Orione, anche se con immagini diverse.

I Sumeri, vi videro il loro grande eroe Gilgamesh che combatteva contro il Toro del Cielo. Il nome sumero della costellazione era URU AN-NA, "luce del cielo", mentre il Toro era chiamato GUD AN-NA, "toro del cielo".

Omero nell'Odissea descrive Orione come un gigantesco cacciatore, armato di un bastone indistruttibile di duro bronzo.

Nell'antica Cina, Orione era conosciuta come Shen (參), che significa «tre», probabilmente a motivo delle tre stelle della Cintura.

Gli Egizi consideravano queste stelle come un tributo al dio della luce, Osiride, e secondo una nota ipotesi, le piramidi di Giza sono state costruite seguendo l'allineamento delle tre stelle della Cintura di Orione.

Infine una curiosità: «la cintura e la spada» di Orione sono state utilizzate per le insegne della 27esima divisione dell'esercito statunitense.



Il periodo più propizio per l'osservazione di questa splendida costellazione è il periodo che va da novembre a maggio.

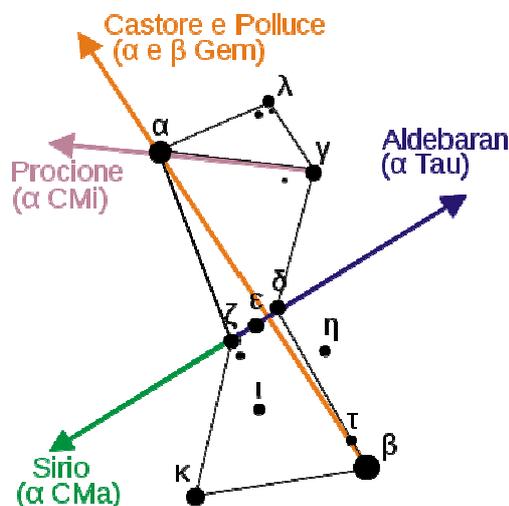
Essendo facilmente riconoscibile, essa è molto utile (vedi figura a lato) per l'orientamento tra le stelle della stagione invernale:

- estendendo la linea della Cintura verso sudovest, si trova facilmente Sirio (α Canis Majoris);
- sempre utilizzando la linea della cintura, verso nordest si incontra Aldebaran (α Tauri)
- la linea verso est che attraversa le due spalle indica la direzione di Procione (α Canis Minoris)
- una linea da Rigel (β Orionis) verso Betelgeuse (α Orionis) punta a Castore e Polluce, rispettivamente α e β Geminorum

Questa gigantesca costellazione, molto ricca di stelle brillanti e oggetti interessanti., può essere anche raffigurata come una gigantesca clessidra a contenitori contrapposti, che si "ribalta" al suo sorgere e tramontare

L'asterismo formato dalle stelle Betelgeuse (α), Bellatrix (γ), Rigel (β) e Saiph (K) forma i vertici della clessidra, mentre in corrispondenza della Cintura di Orione si trova la strozzatura, che separa i due contenitori contenenti l'acqua o la sabbia.

Le stelle principali di Orione sono molto simili come età e caratteristiche fisiche, un dato che suggerisce una origine comune (l'unica eccezione è rappresentata da Betelgeuse).



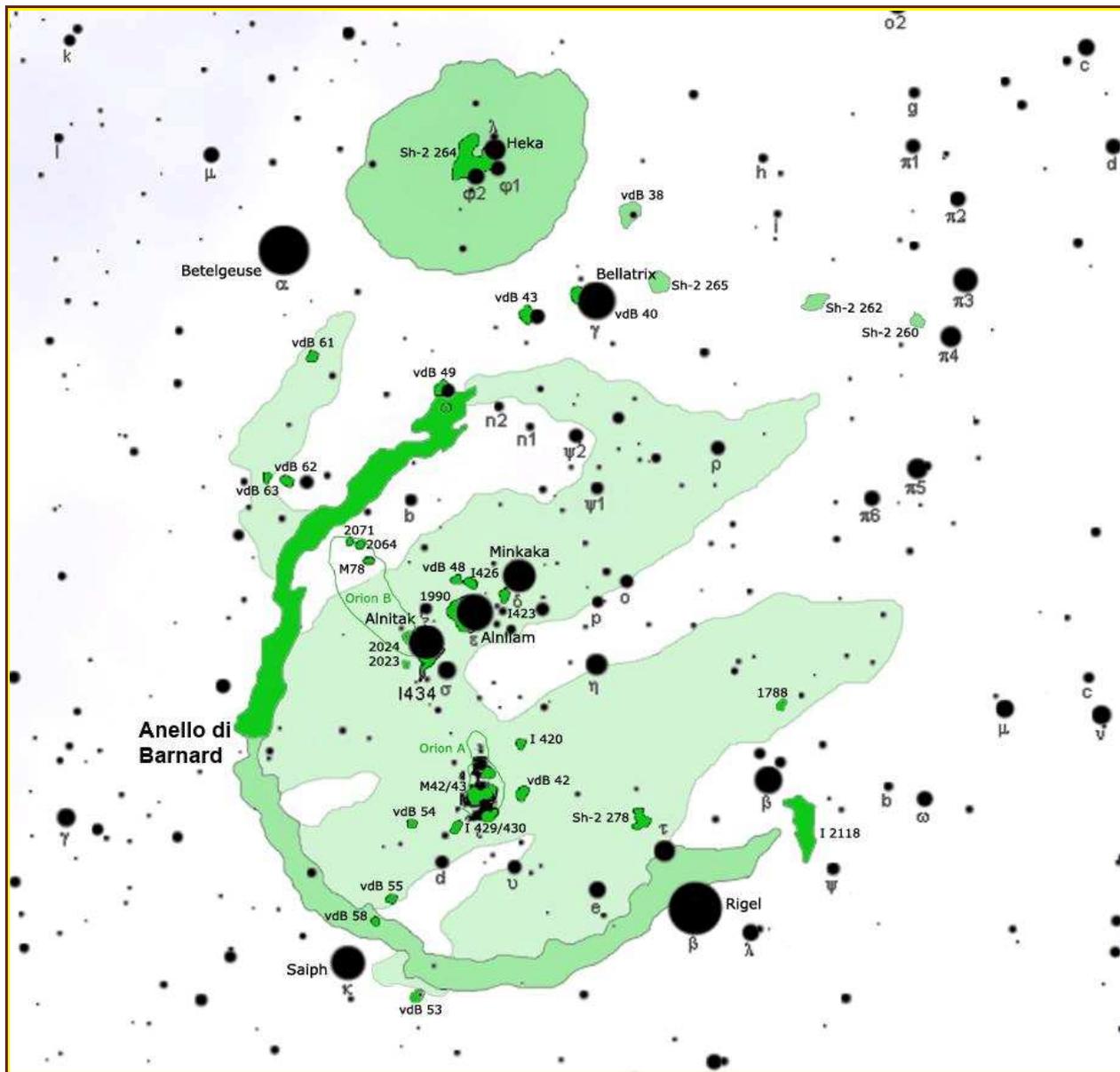
Orione come riferimento

LE COMPONENTI DI ORIONE

Il Complesso nebuloso molecolare di Orione

La costellazione di Orione racchiude al suo interno il "Complesso nebuloso molecolare di Orione" (noto anche semplicemente come Complesso di Orione), un enorme addensamento di idrogeno molecolare e mezzo interstellare, che comprende anche nebulose ad emissione, oscure, e regioni H II. La sua distanza dalla Terra è stimata fra i 1500 e i 1600 anni luce e il suo diametro è di alcune centinaia di anni luce. Tale struttura costituisce una delle regioni di formazione stellare più attive osservabili nel cielo notturno, ricco di stelle giovanissime e dischi protoplanetari.

Il complesso di Orione occupa gran parte della costellazione da cui prende il nome. Le dimensioni apparenti sono dell'ordine di oltre 30° sulla volta celeste, mentre la superficie di cielo occupata si aggira sugli oltre 500 gradi quadrati.



La costellazione di Orione e le strutture del Complesso di Orione

La regione centrale del complesso che si estende dalla Cintura fino alla Spada di Orione divisa in due regioni distinte: la più brillante, sulla Spada, è chiamata Orion A, mentre l'area ad est della Cintura è nota come Orion B. La parte più osservabile con telescopi amatoriali è Orion A, che comprende i sistemi nebulosi della Spada di Orione, come Grande Nebulosa di Orione, a sud, e la nube NGC 1977, a nord.

Un elemento rilevante del complesso è il cosiddetto *Anello di Barnard*, una vasta nebulosa a emissione che, estendendosi per circa 10 gradi nel cielo notturno, copre una vasta parte della costellazione, contenendo la brillante nebulosa di Orione e la nebulosa Testa di Cavallo.

Ha la forma di un largo arco, con il centro posto approssimativamente nella nebulosa di Orione, le cui stelle sono probabilmente responsabili della ionizzazione dell'intero anello.



L'Anello di Barnard è ben visibile nelle fotografie a lunga esposizione, ma può essere osservato in notti particolarmente limpide e scure anche con piccoli strumenti. Si stima che disti 1600 anni luce dalla Terra e abbia una dimensione di 300 anni luce in larghezza.

Probabilmente è causato da una supernova, esplosa circa 2 milioni di anni fa, e dalla quale possono aver avuto origine molte stelle fuggitive: si ritiene in particolare che la stella che ha originato la supernova abbia fatto parte di un antico sistema multiplo di stelle, da cui proverrebbero anche i tre astri AE Aurigae, μ Columbae e 53 Arietis.

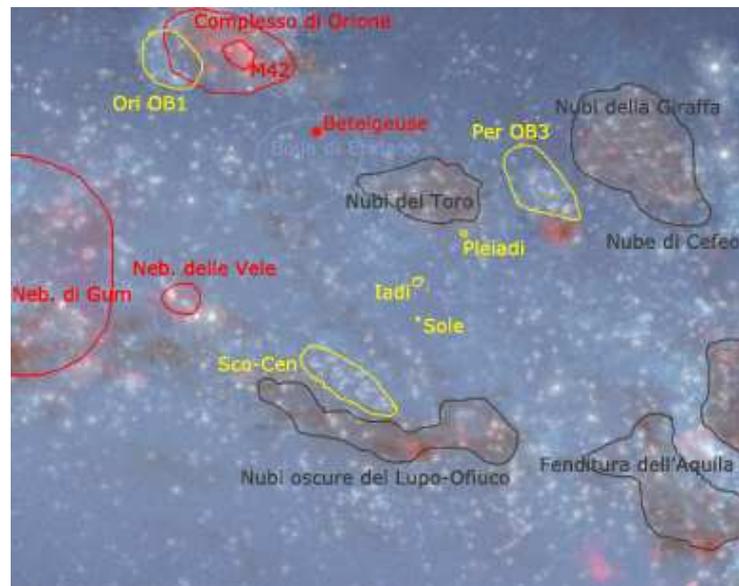
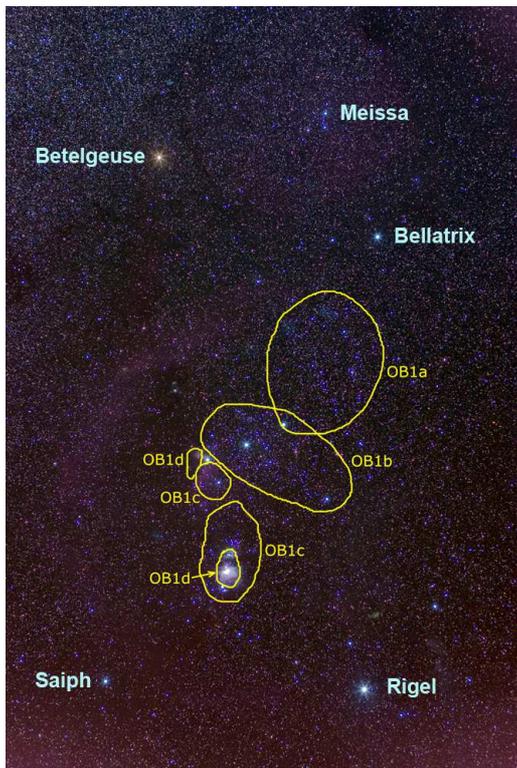
All'interno del complesso di Orione un gran numero di stelle è raggruppato in un'associazione stellare, l'Associazione *Ori OB1* che ricomprende quasi tutte le stelle blu della costellazione, in particolare quelle che formano la Cintura e la Spada di Orione.

Un'associazione OB, per definizione, è un gruppo di giovani stelle, calde e massicce di tipo O e B (da cui il nome) confinato in una ristretta regione di spazio. Esse, emettendo grandi quantità di luce ultravioletta, ionizzano il gas circostante, formando una regione H II.

Le associazioni OB si trovano generalmente in quelle aree delle galassie in cui sono in atto processi di formazione stellare recente e possono ammassare da poche unità fino a centinaia di giovani stelle. Hanno una vita breve, infatti esse hanno tipicamente età ricomprese tra i 5 e i 50 milioni di anni.



L'anello di Barnard



A sinistra: la Costellazione di Orione con evidenziate le strutture dell'associazione OB1

Sopra: dettaglio del braccio di Orione che mostra la posizione del Sole (al centro), di Betelgeuse (in alto) e di alcune strutture galattiche.

L'associazione *Ori OB1* si suddivide in quattro sottogruppi di stelle con età differenti. Il più antico è OB1a, posizionato a nordovest della Cintura di Orione, comprendente astri con un'età compresa fra 8 e 12 milioni di anni. Il secondo gruppo per età è Orion OB1b, che corrisponde grosso modo alle stelle della Cintura, con stelle vecchie fra 1,7 e 8 milioni di anni. Segue Orion OB1c, con stelle di età tra i 2 e i 6 milioni di anni coincidente con le stelle



della Spada di Orione, che si addensano attorno e davanti alla Nebulosa di Orione. Di quest'ultimo sottogruppo fanno parte anche due ammassi aperti di età compresa fra i 2 e i 6 milioni di anni, NGC 1980 e NGC 1981, rispettivamente ai limiti meridionali e settentrionali dell'asterismo della Spada.

Infine le stelle più giovani avvolte nel sistema nebuloso di OMC-1, OMC-2 e OMC-3 e nella stessa Nebulosa di Orione compongono il sottoinsieme Orion OB1d.

Come risultato dell'azione del vento stellare delle stelle più calde e giovani della regione, raggruppate nell'Associazione Orion OB1, si è generata una superbolla in espansione dell'estensione di svariate centinaia di anni luce, individuabile nella banda dell'infrarosso e dei raggi X, che avvolge l'intero complesso estendendosi verso l'esterno, la Bolla Orione-Eridano.

Il termine superbolla (o superinvolucro o superguscio) indica in astronomia una cavità del mezzo interstellare delle dimensioni di alcune centinaia di anni luce riempita da plasma a temperature dell'ordine dei 10^6 K; tali temperature sarebbero causate da multiple esplosioni di supernovae e dai venti delle stelle massicce. Il nostro sistema solare si trova quasi al centro di un'antica superbolla, la Bolla Locale.

Le stelle principali di Orione

α Orionis (α Ori) – Betelgeuse

α Orionis è una stella molto grande e luminosa e la sua relativa vicinanza, "solamente" 600 anni luce, la rende un oggetto molto interessante da studiare.

Nota col nome di Betelgeuse (*Bet-el-geuse*: la spalla del gigante), è una delle due stelle che dominano Orione. L'altra è Rigel (β Orionis). Curiosamente la lettera α le è stata assegnata per errore, infatti Rigel è di fatto un po' più luminosa.

Il nome, Betelgeuse, è una corruzione dell'antico nome arabo. Infatti nel medioevo il nome originario, "Yad al-Jawzā", (la mano di al-Jawzā, una misteriosa donna che potrebbe riferirsi ad una precedente costellazione comprendente le attuali costellazioni di Orione e dei Gemelli) è stato erroneamente trascritto in "Bad al-Jawzā", ed ha assunto l'attuale significato di spalla del gigante.



La posizione di Betelgeuse

La sua distanza dalla Terra è stimata in circa 640 anni luce e le sue dimensioni sono colossali, il suo raggio misurerebbe in media 4,6 Unità Astronomiche (circa 1000 volte il raggio solare!). In pratica è una tra le stelle più grandi conosciute. Se fosse al centro del Sistema Solare, si estenderebbe quasi fino all'orbita di Giove, inghiottendo Mercurio, Venere, la Terra, Marte e la fascia principale degli asteroidi.

Le osservazioni ci dicono che Betelgeuse è una supergigante rossa di classe spettrale M1-2 lab, ovvero una stella in una fase piuttosto avanzata della sua evoluzione, quasi alla fine del suo ciclo vitale.

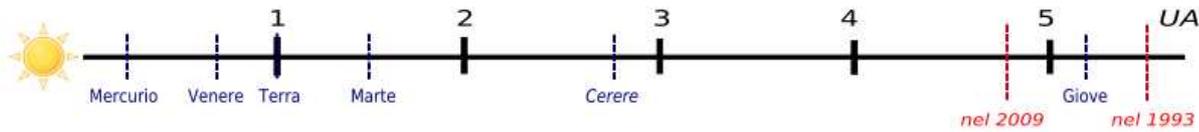
È anche una variabile semiregolare di tipo SRC (classe di stelle supergiganti caratterizzate da uno dei seguenti tipi spettrali: M, C, S, oppure Me, Ce, Se) che presenta cambiamenti di luminosità da 0,4 a 1,3 magnitudini con periodicità quasi regolare con un periodo di circa 2300 giorni.

Nel corso di queste pulsazioni il suo diametro passa da 300 a 400 volte quello del Sole.

Data la sua grande superficie radiante, Betelgeuse possiede una forte luminosità, oltre 135.000 volte quella del Sole. È quindi anche una tra le stelle più luminose in assoluto.

Tuttavia una tale luminosità non sembra imputabile esclusivamente alla vasta superficie; si ritiene infatti che Betelgeuse possieda una massa piuttosto elevata, pari a 15-20 volte quella del nostro Sole. Pertanto, è possibile che Betelgeuse alla fine esploderà come una supernova, diventando così luminosa da essere visibile da Terra anche in pieno giorno.

I risultati di alcuni recenti studi hanno mostrato che Betelgeuse ha subito dal 1993 al 2009 una riduzione del 15% delle sue dimensioni, diminuzione che sembrerebbe essere indipendente dalla sua variabilità. In questi sedici anni il raggio della stella si è progressivamente rimpicciolito, passando da 5,6 a 4,8 UA, una riduzione paragonabile alla distanza che separa Venere dal Sole.



La riduzione del raggio di Betelgeuse, rapportata al Sistema Solare, osservata negli ultimi anni

Alcuni astronomi ipotizzano che questa contrazione sia dovuta ad un collasso gravitazionale oppure ad un'espulsione di materia, eventi riconducibili alla sua imminente esplosione in supernova.

E' stato stimato che, tramite il vento solare, Betelgeuse perde massa ad un ritmo piuttosto elevato di circa 10^{-6} masse solari all'anno ed è quindi circondata da un'estesa nube di polveri e gas.

Una immagine ottenuta con l'ottica adattiva del Very Large Telescope dell'ESO mostra la presenza di un enorme pennacchio di gas che dal quadrante sudoccidentale della superficie della stella si estende nello spazio per circa sei volte il raggio della stella (una distanza paragonabile a quella che separa il Sole da Nettuno).

Tale scoperta ha evidenziato che la perdita di massa non ha luogo omogeneamente da tutta la superficie di Betelgeuse, ma da specifiche aree che coincidono con gigantesche bolle convettive presenti nella sua turbolenta atmosfera.

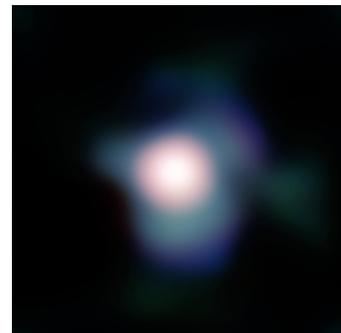
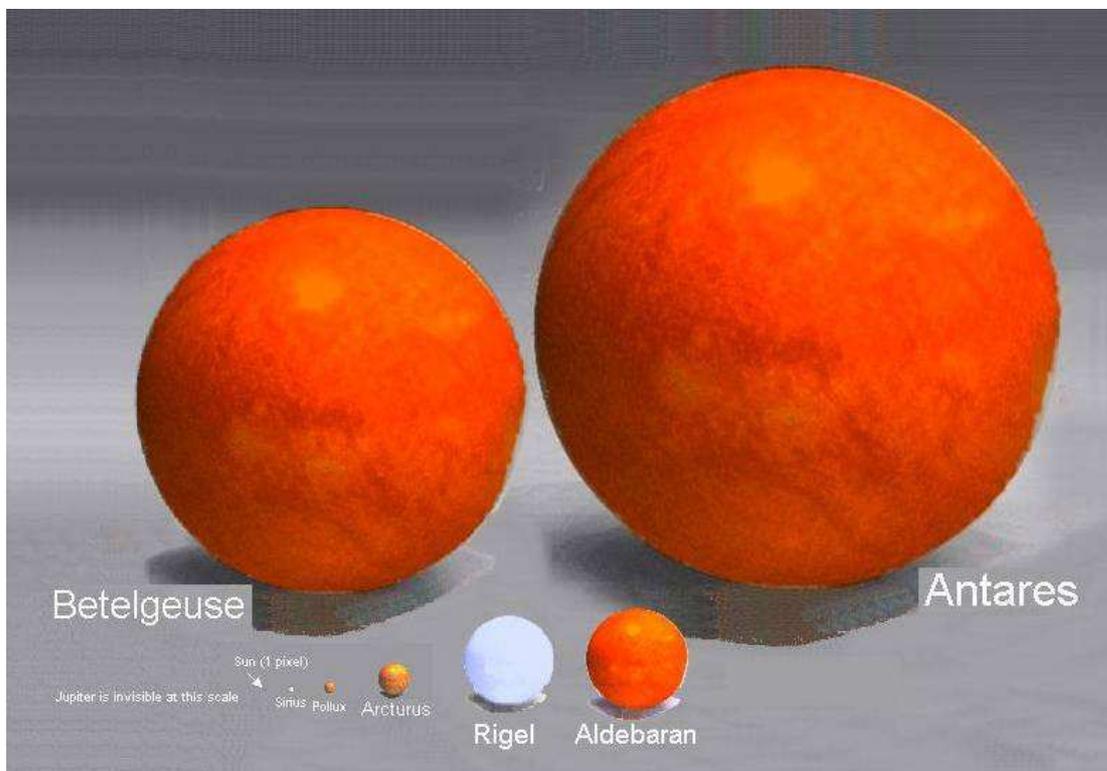
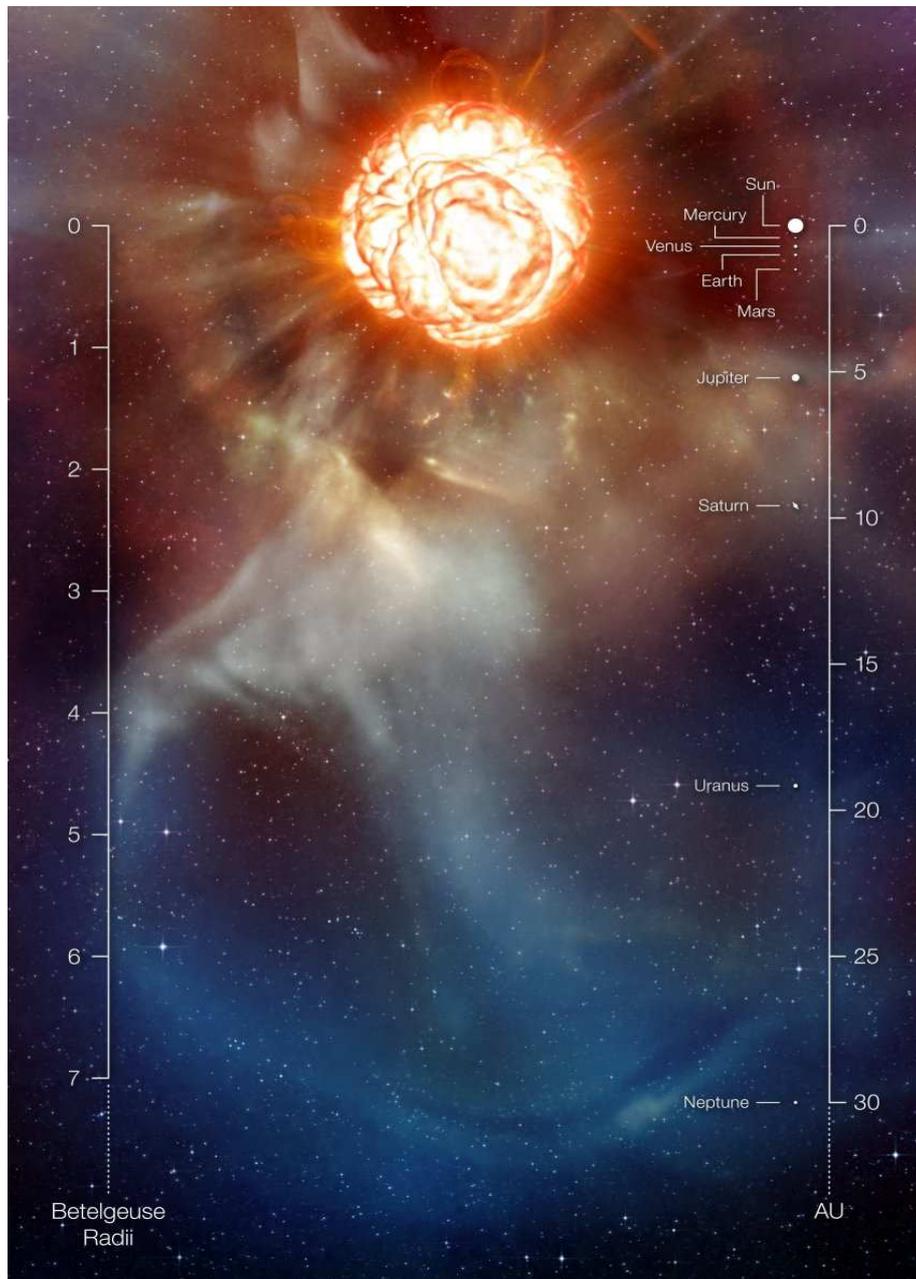


Immagine dal VLT

Confronto dimensionale tra alcune stelle note. Il Sole è talmente piccolo che è grande solo un pixel





Betelgeuse a confronto con il Sistema Solare

La materia espulsa dal vento va a costituire attorno alla supergigante una serie di nebulosità ed anelli di polveri, che presentano addensamenti e strutture piuttosto complesse e irregolari che arrivano ad estendersi fino ad oltre 3 anni luce dalla stella.

Poco oltre tale strato di polveri, ad una distanza di circa 3,5 anni luce dall'astro è stato individuato, mediante osservazioni agli infrarossi, un *bow shock* originato dalla collisione tra il vento della stella ed il mezzo interstellare circostante.

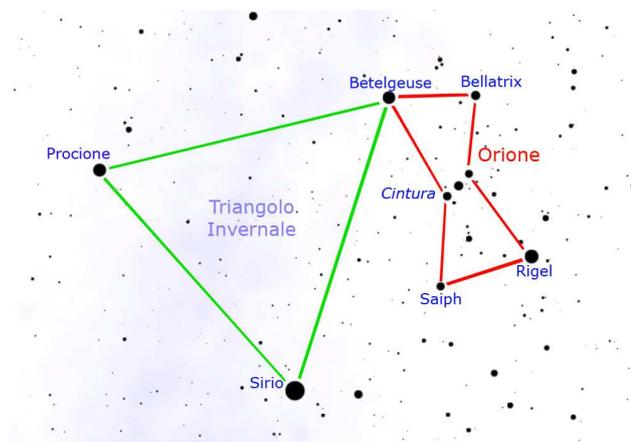
Qualche curiosità letteraria.

Nel romanzo "*Il pianeta delle scimmie*" di Pierre Boulle, il pianeta in cui è ambientata gran parte della storia orbita attorno a Betelgeuse.

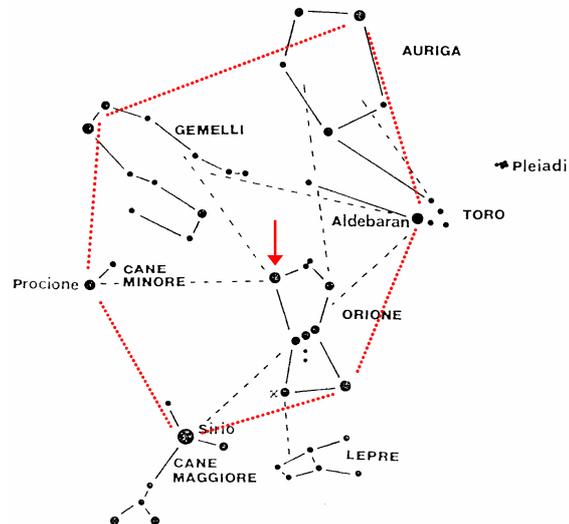
Ford Prefect, un personaggio de "*La Guida galattica per gli autostoppisti*" di Douglas Adams, sarebbe originario di un pianeta non meglio precisato posto nei pressi di questa stella; inoltre, nell'opera sono spesso presenti anche altri riferimenti a Betelgeuse e a suoi pianeti.



Infine, ai fini dell'orientamento le costellazioni, Betelgeuse è uno dei vertici del Triangolo Invernale ed è al centro dell'Esagono Invernale.



Il Triangolo Invernale (sopra) e (a destra) un altro asterismo utile all'orientamento: l'Esagono Invernale



β Orionis (β Ori) - Rigel

Rigel deriva dall'arabo rijl che significa «piede», dato che Tolomeo la descrisse come quella che segnava il punto del piede sinistro di Orione. Più in dettaglio è una contrazione di "Rijl jawza al-yusra", espressione araba per "il piede sinistro di Colui che è Centrale".

E' una stella tripla, la cui componente principale è una brillante supergigante blu-bianca tipo B8, con un raggio pari a 70 volte quello del Sole ed una massa 17 volte più grande della nostra stella.

Le sue due compagne, Rigel B e Rigel C, sono di difficile osservazione, orbitano l'una attorno all'altra in una stretta orbita di 28 UA, ed insieme orbitano attorno a Rigel A ad una distanza di circa 2.000 UA.

Si trova a circa 700 anni luce e brilla con una luminosità pari a circa 60.000 volte quella del Sole. La sua temperatura superficiale è molto elevata (11.000 K) e perciò emette molta radiazione ultravioletta.

Rigel è anche una variabile irregolare. L'intervallo di variabilità va da 0,03 a 0,3 magnitudini, cioè dal 3 al 30 per cento, con un periodo medio di 25 giorni.

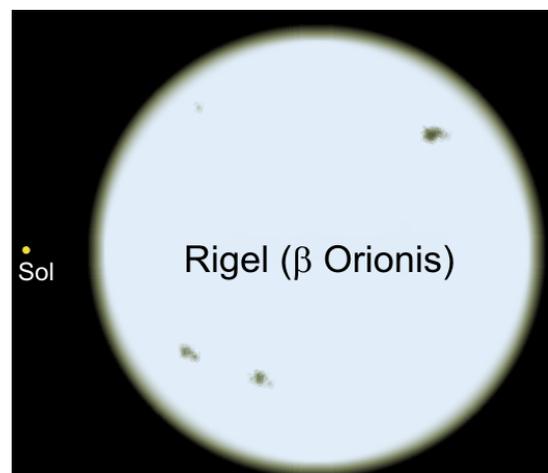
E' una stella in avanzato stato di evoluzione, e all'interno del suo nucleo sta probabilmente fondendo l'elio in carbonio e ossigeno.

Pur avendo "solo" 10 milioni di anni, il suo destino la porterà ad esplodere fra circa un milione di anni.

Rigel si trova in una regione densa di nebulose, ed illumina numerose nubi di polvere, come la Nebulosa Testa di Strega. A volte è classificata come un membro distaccato dell'Associazione OB1 di Orione, assieme a molte altre stelle luminose di quella regione del cielo, mentre più spesso, è considerata un membro dell'Associazione R1 del Toro-Orione.

γ Orionis (γ Ori) – Bellatrix

Il nome di Gamma Orionis Bellatrix è di origine latina, e significa "La Guerriera". Deriva dalla traduzione del nome arabo Al Najid (che in realtà vuol dire Il Conquistatore). A volte è chiamata anche "Amazzone".



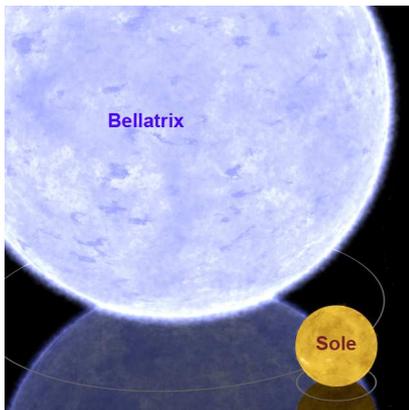
Le dimensioni di Rigel paragonate al Sole



E' una gigante blu, presenta una magnitudine di 1,64 e dista dalla Terra circa 250 anni luce. Con una temperatura superficiale di 21.500 K è una delle stelle più calde visibili a occhio nudo, il che permette di classificarla come appartenente alla classe B2.

Possiede una debole compagna di magnitudine 12,2 a 179 secondi d'arco.

Si trova in uno stadio avanzato della sua evoluzione: se non ha già esaurito l'idrogeno del suo nucleo, lo esaurirà a breve.



Bellatrix a confronto col Sole

La sua luminosità, considerata anche la componente ultravioletta, ammonta a 6.400 volte quella solare. Il suo diametro è 5,7 volte quello solare, mentre la sua massa è circa 9 volte quella solare, il che significa che diventerà una massiccia nana bianca e non esploderà in una supernova.

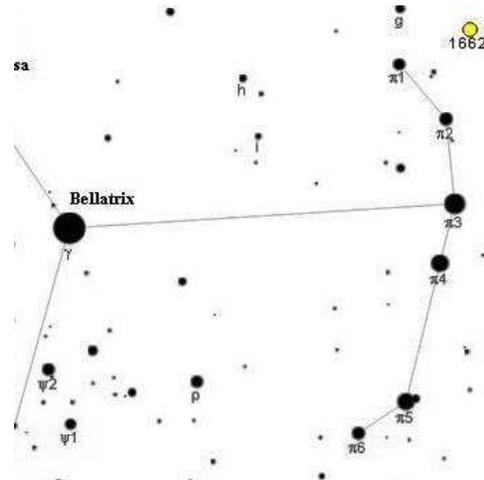
Un tempo si riteneva che Bellatrix facesse parte della associazione di stelle a cui molte stelle della costellazione di Orione appartengono, ma le moderne misure della distanza fanno ritenere che essa sia molto più vicina e indipendente da esse. Anche l'ipotesi che Bellatrix fosse una stella stabile, tanto da essere presa a campione per misurare la variabilità delle altre, è stata smentita: Bellatrix è in realtà una variabile, la cui luminosità varia del 5% in un periodo ancora indeterminato.

Ad ovest di Bellatrix, è individuabile un asterismo, non molto luminoso ma ben riconoscibile, lo Scudo di Orione, che costituisce la parte più occidentale della costellazione.

E' composto da sei stelle complessivamente indicate come Pi Orionis (π Ori / π Orionis). Singolarmente le stelle sono identificate come:

- π 1 Orionis (7 Orionis)
- π 2 Orionis (2 Orionis)
- π 3 Orionis (1 Orionis)
- π 4 Orionis (3 Orionis)
- π 5 Orionis (8 Orionis, forma una doppia visuale con 5 Orionis)
- π 6 Orionis (10 Orionis)

π 3 Orionis, chiamata anche Tabit, è la stella più luminosa dell'asterismo, è una stella nana relativamente vicina al Sistema solare, da cui dista poco più di 26 anni luce.



Lo Scudo di Orione

κ Orionis (κ Ori) - Saiph

Saiph (κ Orionis) è la stella che segna il ginocchio destro del cacciatore. Il suo nome deriva dalla designazione araba della spada di Orione, ma si tratta di una errata traduzione, in realtà gli Arabi la chiamavano *Rijl Jauzah al Yamna*, la Gamba Destra del Gigante, infatti le antiche rappresentazioni della costellazione la ponevano nel ginocchio destro di Orione

Distante 700 anni luce, è una delle numerose supergiganti che formano l'associazione OB1 di Orione; la sua luminosità supera quella del nostro Sole di molte migliaia di volte. In particolare è una supergigante blu con una temperatura superficiale di circa 27.000 K.

La sua massa è 15 volte quella del Sole e il suo raggio è 11 volte la nostra stella, il che significa che quando esaurirà l'idrogeno e inizierà a bruciare elio, si espanderà fino a divenire una supergigante rossa per poi esplodere in supernova.



LA CINTURA DI ORIONE: ALNITAK, ALNILAM, E MINTAKA

Le tre brillanti stelle che formano la cintura si chiamano Alnitak, Alnilam e Mintaka (ζ , ϵ e δ Ori). Il loro allineamento permette di individuare con facilità la costellazione di Orione.

Sia Alnitak che Mintaka derivano dalla traduzione da parole arabe che significano «cintura» o «guaina». Alnilam deriva sempre dall'arabo e significa il «filo di perle», un altro riferimento alla cintura di Orione.

Nella tradizione cinese, le stelle sono chiamate *San Xing*, letteralmente i tre astri (三星), e rappresentano tre divinità cinesi. I loro nomi sono *Lu Xing*, *Fu Xing* e *Shou Xing*, rispettivamente astro della prosperità (寿星), astro della buona sorte (福星) e astro della longevità (禄星).



Le tre stelle della Cintura di Orione

ζ Orionis (ζ Ori) – Alnitak

Alnitak (Zeta Orionis / ζ Orionis / ζ Ori) è la più ad est delle tre stelle della Cintura. Il suo nome deriva dall'arabo *al nitaq*, che significa "cintura" o "fascia".

Alnitak si trova in una regione densa di nebulose, fra cui la celebre Nebulosa Testa di Cavallo, all'interno delle quali vi sono molte stelle in fase di formazione.

La sua distanza è di circa 820 anni luce ed è una stella multipla. La primaria, Alnitak Aa, è una supergigante molto giovane e straordinariamente luminosa. Essendo una stella massiccia, avrà una vita molto breve, infatti nonostante la sua età è di "soli" 6 milioni di anni, probabilmente ha già esaurito tutto il suo idrogeno e sta preparandosi a diventare una supergigante rossa simile a Betelgeuse, destinata ad esplodere in una supernova.

La sua temperatura superficiale è di 31.000 K e la massa è circa 28 volte quella del Sole ed il raggio è 20 volte quello solare. Essendo molto calda emette molta radiazione ultravioletta e se viene tenuto in considerazione tale fattore, la sua luminosità è pari a 100.000 volte quella del Sole. Secondo recenti studi Alnitak Aa dovrebbe avere una compagna piuttosto vicina, Alnitak Ab, distante una decina di UA, le cui caratteristiche di Alnitak Ab non sono ben conosciute. Dotrebbe trattarsi di una stella di tipo O, avente una ventina di masse solari ed un periodo orbitale di 7,6 anni.

Una compagna più nota è Alnitak B, una gigante blu con una massa pari a 14 volte quella del Sole e una luminosità 1100 volte quella solare. La coppia orbita in circa 1500 anni ea distanza tra le due stelle dovrebbe aggirarsi intorno al migliaio di UA.

Una quarta componente è notevolmente più distante ma non sembra legata gravitazionalmente al sistema.

Alnitak è circondata da diversi oggetti celesti estremamente interessanti: a nord-est la nebulosa ad emissione NGC 2024, detta anche Nebulosa Fiamma; e a sud: le nebulose a riflessione IC435 ed NGC 2023, la nebulosa ad emissione IC434 e la nebulosa oscura B 33 (la celeberrima Nebulosa Testa di Cavallo). Purtroppo, tutti oggetti praticamente inaccessibili alla semplice osservazione visuale.

ϵ Orionis (ϵ Ori) – Alnilam

Alnilam, ϵ Orionis, è la stella centrale della Cintura. Il suo nome deriva dall'arabo *an-nizām*, "fila di perle". Che si riferisce evidentemente all'intera cintura, le cui tre stelle costituiscono i grani di una collana di perle.

Alnilam è la stella più luminosa della cintura. Nonostante sia distante circa 1340 anni luce, molto più degli 800-900 di Alnitak e Mintaka, risulta più luminosa all'osservazione visiva, ciò significa che è intrinsecamente molto luminosa: la sua magnitudine assoluta è infatti -9,2.

Tenendo, come sempre in considerazione la componente ultravioletta, la sua luminosità è pari a 375.000 volte quella solare, che ne fa una delle stelle più luminose finora conosciute.

Alnilam è una calda supergigante blu, con una temperatura superficiale di 25.000 K. Probabilmente essa ha una massa pari a circa 40 volte quella del Sole e un raggio 26 volte quello solare. La sua età è stimabile in 4 milioni di



anni.
Anche Anilam brucerà molto rapidamente il suo combustibile nucleare preparandosi a diventare una supergigante rossa e poi ad esplodere in una spettacolare supernova.

Come altre supergiganti, Anilam sta espellendo massa a livelli molto sostenuti, e i gas provenienti dalla sua superficie, scagliati a elevate velocità, hanno creato intorno alla stella una nube molecolare che essa stessa illumina.

δ Orionis (δ Ori) - Mintaka

δ Orionis deriva il suo nome, Mintaka, dall'arabo *manṭaqah*, che significa "cintura". E' la più occidentale e debole delle tre stelle della cintura. Essa ha ricevuto la lettera Delta nel catalogo di Bayer, il quale ha catalogato le stelle della cintura da ovest a est, non tenendo conto della loro luminosità, ma della loro posizione.

Distante 915 anni luce, anche Mintaka è una stella multipla. La componente principale consiste in una binaria composta due stelle molto vicine tra loro : una gigante di tipo B4 e da una caldissima stella di tipo O9. Ognuna di esse irradia circa 90.000 volte quanto viene irradiato dal Sole inoltre ciascuna di loro ha una massa pari a 20 masse solari. Il loro periodo orbitale è di poco più di 5 giorni.

E' presente, inoltre un'altra compagna orbitante a circa un quarto di anno luce dalla coppia principale.

λ Orionis (λ Ori) - Meissa

Lambda Orionis (Meissa) rappresenta la testa di Orione. Il nome deriva dall'arabo al-maisan e al-haq'ah ed è una stella doppia distante circa 1.060 anni luce.

Meissa appartiene all'ammasso stellare Collinder 69, un gruppo di stelle azzurre visibili a nord di circa due gradi della linea che congiunge Betelgeuse e Bellatrix.

Essendo molto esteso, un telescopio non è in grado di fornire un suo quadro d'insieme, per vederlo nella sua interezza è bene utilizzare un binocolo. Utilizzando elevati ingrandimenti è possibile individuare una debole nebulosa diffusa, ben evidenziata nelle foto ad infrarossi, che permea l'intero ammasso.

A sud est si aggiunge apparentemente una stella gialla, la φ² Ori, ma il realtà quest'ultima si trova a poco più di 100 anni luce da noi, molto più vicina dell'ammasso distante mediamente 1.600 anni luce.

Nella stessa area sono presenti alcune centinaia di stelle molto giovani, in fase pre-sequenza principale, che indicherebbero che l'intera zona è stata influenzata da un'esplosione di supernova avvenuta 1-2 milioni di anni fa. Inoltre, un vasto sistema nebuloso, noto come Sh2-264, si estende in direzione dell'associazione, e potrebbe esserne effettivamente legato.

Gli oggetti della Spada di Orione

La Spada di Orione è un noto asterismo ben riconoscibile a sud della famosissima Cintura di Orione, ed è formato da una colonna di piccole stelle e dalle nebulose NGC 1977, M43 ed M42 disposte da Nord a Sud.

Come la Cintura di Orione, anche la Spada è nota fin dall'antichità; sia Cicerone che Germanico la citano riferendosi ad essa come *ensis*, ossia la "spada" del gigante Orione. Il nome Ensis è rimasto come nome proprio della stella η Orionis, sebbene questa si trovi in posizione diversa dall'asterismo, il quale è formato dalle stelle 42 Orionis, θ Orionis (l'ammasso del Trapezio), e ι Orionis.

Gli Arabi la chiamavano Saif al Jabbār, "La spada del gigante".

I Cinesi la chiamavano 伐 (punizione), mentre nella tradizione giapponese aveva il nome di Ko-mitsu-boshi (小三星), le "Tre Piccole Stelle".



Le componenti più brillanti della Spada di Orione



M42 ed il Trapezio

La Nebulosa di Orione (nota anche come M42 o NGC 1976) è una delle nebulose diffuse più brillanti del cielo notturno. Dista circa 1.270 anni luce dalla Terra, e si estende per circa 24 anni luce.

È la regione di formazione stellare più vicina al Sistema solare, ed è chiaramente riconoscibile ad occhio nudo al centro della Spada di Orione.

L'intera area occupata dalla nebulosa di Orione si estende in una regione di cielo di 10° di diametro, e include nubi interstellari, associazioni stellari, volumi di gas ionizzato e nebulose a riflessione.

È ben visibile durante i mesi compresi tra novembre e marzo. Ad occhio nudo ha un aspetto nebuloso, che continua a mostrarsi tale anche con piccoli binocoli. Con uno strumento più potente è individuabile, al suo interno, un gruppo di stelline azzurre, un ammasso aperto molto giovane, chiamato *Trapezio* in ragione della disposizione delle sue stelle principali, due delle quali possono facilmente essere risolte nelle loro componenti binarie.



M42 con al centro il Trapezio e, sopra, M43

La nebulosa di Orione è costituita da una regione grosso modo centrata sulla stella θ^1 Orionis C, del Trapezio, responsabile della gran parte della radiazione ultravioletta osservata. Questa regione, a sua volta, è circondata da una nube ad alta densità, di forma concava e irregolare, ma più neutra, con campi di gas neutro che giacciono all'esterno della concavità. La temperatura si aggira mediamente sui 10.000 K, ma scende notevolmente lungo i bordi della nebulosa.

Le osservazioni hanno permesso di scorgere sulla nebulosa una tinta di colore verdastro, che si aggiunge alle regioni di colore rosso e blu-violetto.

L'alone rosso è ben noto, essendo causato dalla radiazione H-alfa alla lunghezza d'onda di 656,3 nm. Il blu-violetto è dovuto invece alla radiazione riflessa proveniente dalle stelle di classe O, di grande massa e di colore blu.

Il verde invece è stato un enigma per gli studiosi fino alla prima metà del XX secolo quando è stato determinato che lo spettro verde è causato da un fenomeno noto come "transizione proibita", ossia la radiazione emessa durante la transizione, a bassa probabilità, di un elettrone in un atomo di ossigeno doppiamente ionizzato.



Il Trapezio nel visibile (sinistra) e agli infrarossi (destra)

Un fenomeno impossibile da riprodurre in laboratorio, poiché dipende dall'ambiente peculiare dello spazio profondo.

All'interno della Nebulosa di Orione sono state individuate circa 700 stelle in vari stadi di sviluppo e più di 150 dischi protoplanetari, lo stadio primario dell'evoluzione dei sistemi planetari.

Le stelle si formano quando nubi di idrogeno molecolare ed altri gas in una regione H II si contraggono a causa della loro stessa gravità. Quando il gas collassa si riscalda a causa della conversione dell'energia potenziale gravitazionale in energia termica. Se la temperatura e la pressione raggiungono un livello sufficientemente alto, inizia la fusione nucleare che dà origine alla protostella.

Nubi interstellari come la Nebulosa di Orione sono state scoperte in tutte le galassie come la Via Lattea. Esse nascono come agglomerati di idrogeno neutro freddo intramezzato da tracce di altri elementi. Tali nubi possono contenere centinaia di migliaia di masse solari ed estendersi per centinaia di anni luce. La leggera forza di gravità che potrebbe portare al collasso della nube è controbilanciata da una debole pressione del gas nella nube.



L'interazione tra i bracci a spirale, e le onde d'urto causate dalle supernovae, fanno condensare gli atomi in molecole più pesanti, producendo così una nube molecolare, e ponendo così le basi per la formazione di stelle all'interno della nube, che avviene entro un periodo di 10-30 milioni di anni all'interno di aree instabili, ove i volumi destabilizzati collassano in un disco che si concentra nelle regioni centrali dove si formerà la stella, che potrà essere circondata da un disco proto planetario. E' questa la situazione attuale della Nebulosa di Orione che presenta un gran numero di stelle giovani, con un'età inferiore ai 300.000 anni.

Molti dei collassi gravitazionali appena descritti possono dare origine a stelle particolarmente massive, in grado di emettere notevoli quantità di radiazione ultravioletta che allontana il gas e le polveri circostanti in un processo chiamato protoevaporazione, il quale crea delle aree "cave" che consentono alle stelle interne di essere osservate, così come accade nell'ammasso del Trapezio. Le stelle più grandi del gruppo avranno una vita molto breve, ed evolveranno rapidamente per poi esplodere come supernovae.

Nel caso della Nebulosa di Orione la gran parte del gas e delle polveri saranno espulse in circa 100.000 anni. Ciò che rimarrà andrà a formare un giovane ammasso aperto, composto da stelle giovani e brillanti. Le Pleiadi sono un esempio di questo tipo di dinamica.

M43

La Nebulosa De Mairan (M43) è una nebulosa diffusa, ad emissione e a riflessione, e rappresenta la parte più settentrionale della grande Nebulosa di Orione (M42) dalla quale è separata da una banda di nebulosità oscure. Possedendo una magnitudine apparente pari a 9,0 può essere osservata facilmente con un potente binocolo o un piccolo telescopio amatoriale.

M43 avvolge una stella giovane ed irregolare (HD 37061) di magnitudine visuale compresa tra 6,5 e 7,6 che pare ecciti la stessa M43 insieme ad un piccolo ammasso stellare che si sarebbe formato in questa porzione della grande Nebulosa di Orione.



M43

NGC1977

NGC1977 è la maggiore di un gruppo di tre nebulose (le altre due sono NGC1973 ed NGC1975), ad emissione, e soprattutto a riflessione, che si trovano a nord di M42.

Le varie parti di questo gruppo sono intramezzate da nebulosità oscure, che ne impediscono la visione totale e fanno sembrare il complesso diviso in più parti.

Il gruppo delle tre nebulose, data la sua notevole estensione ed il suo colore azzurro, è uno splendido soggetto fotografico. Non è invece altrettanto interessante all'osservazione visuale, data la sua scarsa luminosità superficiale.



NGC1977

La fonte di ionizzazione dei gas della regione è costituita da un gruppo di giovani stelle azzurre, tra cui spicca 42 Orionis, e dalla gigante gialla 45 Orionis. La variabile KX Orionis, invece, illumina la piccola NGC1973. All'interno del complesso sono stati scoperti alcuni oggetti di Herbig Haro, il più notevole dei quali è HH45, che possiede un *bow shock* (la frontiera tra il vento stellare ed il mezzo interstellare) con un lato dai confini netti, e l'altro più esteso e diffuso. La sorgente dell'oggetto non è conosciuta.

Gli oggetti di Herbig-Haro sono regioni globulari di gas debolmente luminose, all'interno di nebulose con attività di formazione stellare. Si formano quando il gas ionizzato (spesso allo stato di plasma), espulso ad elevata velocità (centinaia di chilometri al secondo) da getti posti in corrispondenza dei poli di stelle in formazione, collide con nubi più dense di gas e polveri. Le onde d'urto generate dalla collisione eccitano gli atomi del gas, che si illumina per il fenomeno della triboluminescenza.



NGC1981

Immediatamente a nord delle tre nebulose appena descritte si trova NGC1981, un ammasso aperto, che costituisce la parte più settentrionale dell'asterismo della Spada di Orione, essendo visibile ad occhio nudo come una macchia sfocata; le sue componenti sono stelle azzurre di magnitudine compresa fra 6 e 8; le più luminose formano un arco nella parte ad est dell'ammasso, quelle meno luminose si dispongono ad ovest. L'ammasso viene risolto completamente con un binocolo 10x50 in notti limpide; NGC 1981 è immerso nel grande complesso nebuloso molecolare di Orione, e le sue stelle illuminano parzialmente la nebulosa NGC1977.

Nei pressi di Alnitak

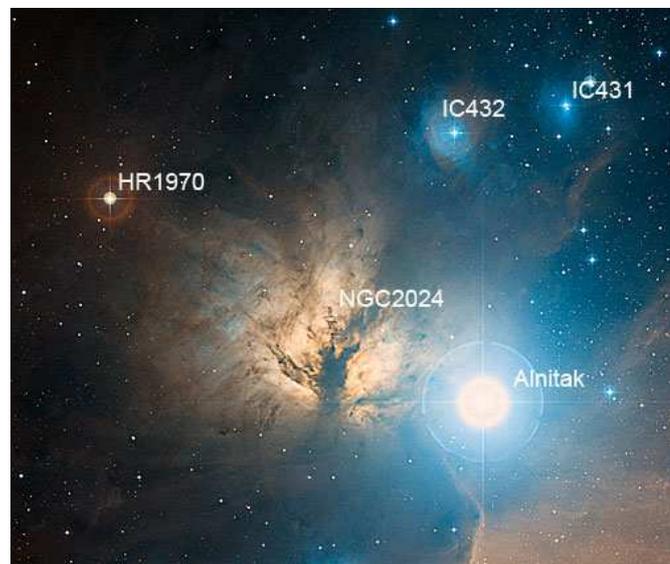
Nelle vicinanze di Alnitak, la più orientale delle tre stelle della Cintura di Orione, si trovano oggetti molto interessanti e famosi.

NGC2024

La Nebulosa Fiamma (NGC2024) è una nebulosa diffusa posta poco ad est della brillantissima stella Alnitak, tanto da venirne quasi oscurata dalla sua luminosità.

Fa parte del grande Complesso nebuloso molecolare di Orione e può essere osservata solo con telescopi con aperture superiori ai 200 mm. Le sue strutture vengono evidenziate solo nelle foto a lunga posa o digitali. La sua caratteristica fisica principale, che le conferisce il nome, è una grande banda scura di polveri che l'attraversa da nord a sud e che da all'oggetto la forma di una fiamma.

La sorgente illuminante non è, come potrebbe sembrare, Alnitak, distante centinaia di anni luce, ma un giovane ammasso di circa 300 stelle scoperte nella parte meridionale della nube nel corso degli anni novanta, le cui componenti possiedono una bassa magnitudine apparente.



NGC2024 e altri oggetti

Analizzando ai raggi X la banda oscura della Nebulosa Fiamma sono state scoperte alcune sorgenti di raggi X aventi luminosità e caratteristiche paragonabili a quelle di giovani stelle T Tauri. Una classe di stelle pre-sequenza principale, cioè nei primi stadi della propria evoluzione, che ancora devono posizionarsi sulla sequenza principale del diagramma H-R.

Accanto a NGC2024 sono individuabili due brillanti nebulose a riflessione, IC431 e IC432.

Entrambe sono illuminate da stelle azzurre, la prima da HD37674, nana bianco-azzurra di classe spettrale B3V distante 988 anni luce, la seconda da HD 37776, una stella subgigante azzurra di classe spettrale B2IV distante 1.075 anni luce, che imprimono ai gas delle due nebulose un colore marcatamente bluastro.

Nei pressi troviamo HR1970 una bella stella rossa.



B33 – Nebulosa Testa di Cavallo e i suoi vicini

Sempre nei pressi di Alnitak, troviamo una delle nebulose più note e fotografate dopo M42: la nebulosa Testa di Cavallo, nota anche come Barnard 33 (B33) o, in inglese HorseHead Nebula, distante 1500 anni luce dalla Terra. La prima foto della nebulosa, fatta presso l'Harvard College Observatory, risale al 1888.

È una stupenda nebulosa oscura, parte di un turbine di gas e polveri, sagomato come la testa di un cavallo.

Pur essendo una delle nebulose maggiormente riconoscibili e note del cielo, è difficile poterla osservare visualmente: la sua forma caratteristica emerge solo attraverso fotografie a lunga esposizione.

L'oscurità della nebulosa è causata dalla presenza di polvere densa. I flussi di gas che lasciano la nebulosa sono incanalati da un forte campo magnetico e le fonti luminose alla base della nebulosa sono giovani stelle in formazione.

Secondo studi recenti la Nebulosa Testa di Cavallo sarebbe in uno stadio iniziale del processo che porterà alla formazione di un *globulo di Bok*, una nube scura formata da gas e polveri molto dense, in cui si innescherà il processo della formazione stellare.

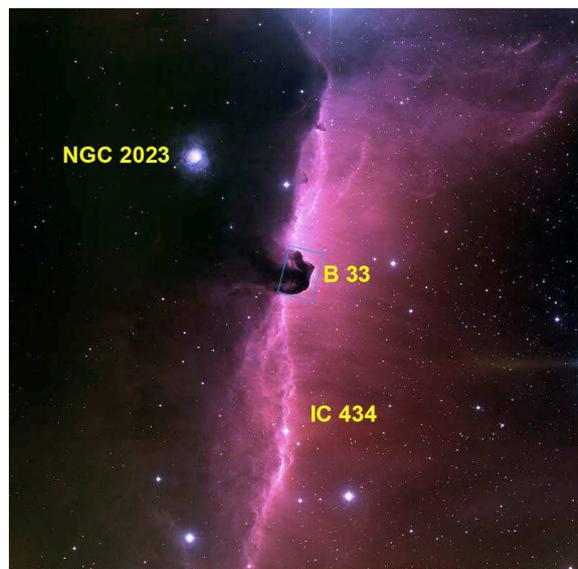
È talvolta confusa con IC434, che è in realtà la nebulosa a emissione alle sue spalle, di colore rosso, (originato prevalentemente da idrogeno ionizzato dalla vicina e brillante σ Orionis) che si dirige in direzione sud come una lunga striscia a forma di lama, assottigliandosi verso la punta.

La massa totale della Nebulosa Testa di cavallo è di circa 27 masse solari ed il corpo della nube è di fatto una colonna di gas in sovrapposizione con IC434, da cui emerge una sporgenza nella parte settentrionale (il cosiddetto "naso") che possiede una velocità radiale leggermente superiore al resto della nube, indice che sta subendo una spinta accelerativa a causa delle turbolenze.

Le dimensioni e analisi dei gradienti di velocità di parti della nube indicherebbero che l'evoluzione della colonna di gas è avvenuta su una scala temporale di circa mezzo milione di anni e alcuni modelli indicano che la nube potrebbe essere completamente disgregata nel corso di circa 5 milioni di anni.



La Nebulosa Testa di Cavallo (B33)



IC434, B33 e NGC2023

NGC 2023 è una nebulosa diffusa distante 1.550 anni luce, una delle sorgenti di idrogeno molecolare fluorescente più luminose del cielo.

È illuminata dalla brillante e massiccia stella blu (da cui il suo colore marcatamente azzurro) HD 37903, il membro più luminoso di un ammasso aperto formato da giovani stelle che illuminano anche la vicina IC 434.

Si trova ad est della Nebulosa Testa di Cavallo e, nelle immagini si presenta come una macchia bluastra.



Alnitak, NGC 2024, NGC 2023, IC434 e B33 - foto di gruppo

Gli studi condotti all'infrarosso hanno mostrato che al suo interno si trova un ammasso composto da 16 sorgenti infrarosse coincidenti con altrettante stelle giovani, circondate dai gas da cui si sono originate.

Come sembra emergere dallo studio delle linee di emissione rilevate nel nucleo della nube, la regione centrale della nebulosa è fredda e ancora priva di stelle, e le molecole presenti sarebbero aggregate e congelate in granuli,

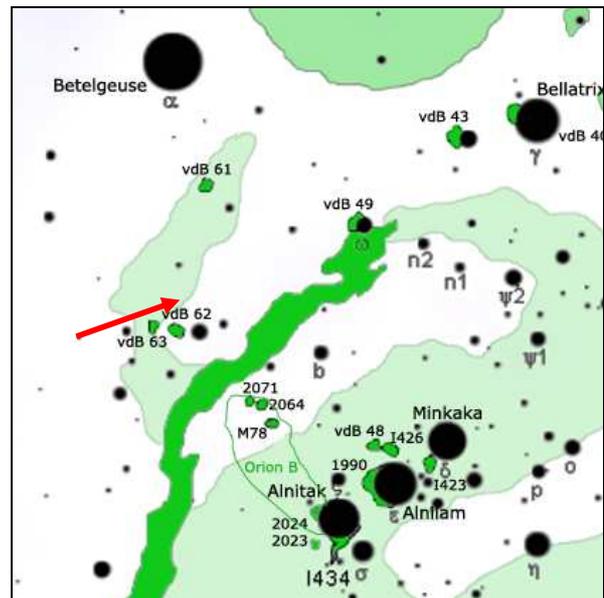
Una curiosità letteraria: nei pressi della Nebulosa è ambientato il libro "Il tiranno dei mondi" di Isaac Asimov, in cui si parla di alcuni "regni nebulari", fra cui Rhodia e Lingane.

Altre nebulose

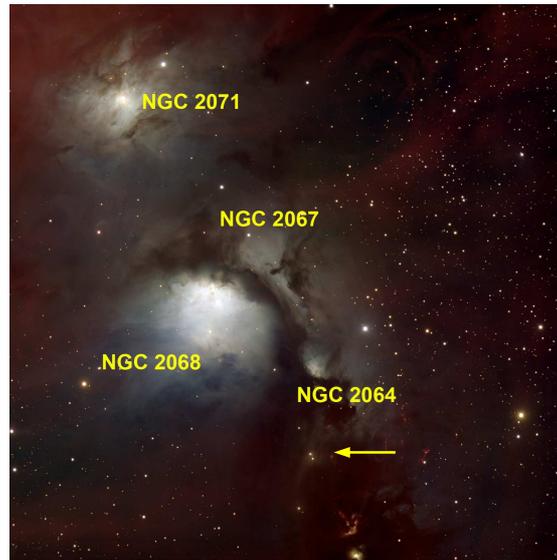
NGC 2068

A nord est di Alnitak si trova M78 (nota anche come NGC 2068) una brillante e diffusa nebulosa a riflessione estesa circa 4 anni luce. Fa parte di un gruppo di nebulose comprendente NGC 2064, NGC 2067 e NGC 2071, lontano 1.600 anni luce dalla Terra. E' una fucina di stelle, infatti, al suo interno sono state individuate circa 45 stelle variabili del tipo T Tauri, ossia giovani stelle in formazione, e 17 oggetti Herbig-Haro,

Dato che in Orione si trovano nebulose con ben altra "fama" (M 42, M 43, la Fiamma, la Testa di Cavallo, oltre all'anello di Barnard), è evidente che M 78 sia sempre relegata in secondo piano.



Posizione di NGC2068 (M78)



NGC 2068 e le sue vicine

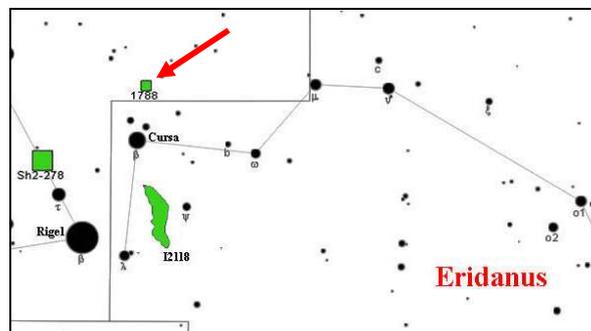
Nel gennaio del 2004 la stella V1647 Orionis, una giovane variabile eruttiva situata ai margini del sistema di nebulose (*freccia gialla nella figura*), subì un improvviso picco di luminosità, illuminando una parte dei gas della nube, che fu chiamata Nube di McNeil dal nome del suo scopritore. Per due anni la sua luminosità si mantenne superiore alla norma, e nell'ottobre del 2005 scese bruscamente.

NGC 1788

NGC 1788 è una nebulosa diffusa, distante circa 1470 anni luce, che può essere osservata a circa 2 gradi a nord della stella β Eridani, nella parte occidentale della costellazione di Orione.

Le sue dimensioni sono relativamente ridotte e può essere osservata con un potente telescopio o risolta mediante fotografie a lunga posa.

La nebulosa riflette la luce delle stelle vicine, in particolare di un astro di decima magnitudine, situata nel settore nordoccidentale della nebulosa. Verso sud, NGC 1788 è attraversata da una banda oscura, nota come LDN 1616.



Posizione di NGC 1788

La parte illuminata (NGC 1788) è quella più orientale, ed ospita al suo interno la stella HD 293815, una stella blu che la illumina.

Al suo interno sono state recentemente individuate delle sorgenti infrarosse che indicherebbero la presenza di protostelle di classe 0, dalla più massiccia delle quali si originerebbe un potente getto. La loro dislocazione e la loro età farebbe pensare che il ciclo di formazione ad esse relativo sia stato innescato dall'impatto dell'onda d'urto generata dal vento stellare delle giovani stelle appartenenti all'associazione Orion OB1



Immagine di NGC 1788



I Buchi neri

di Lamberto Dolce

ODISSEO TORNA DALL'ADE ?

Il ventesimo secolo ha mostrato nei fatti come l'universo non sia chiuso e statico. La tecnologia e nuovi rapporti sociali, non più oscurantisti ma volti verso un progresso umano, hanno dato all'uomo moderno la possibilità di fare veramente una Odissea nello spazio. Parafrasando il film, il nuovo Odisseo può andare oltre le lune di Giove con l'ausilio di potenti telescopi spaziali e conoscenze scientifiche nel campo della fisica, della matematica, dell'astronomia e dell'informatica. Odisseo è uscito dal nostro sistema solare, è andato oltre la nube di Oort, sino al bulge della nostra galassia. I vari Odisseo (anche al femminile) hanno verificato le innumerevoli galassie, a spirale come la nostra Via Lattea o quella di Andromeda, ellittiche o irregolari, che ruotano e luccicano nel cosmo. Le loro stelle come quelle della nostra galassia hanno sempre catturato l'attenzione dell'uomo. Dai greci come Ipparco e Aristarco, agli astronomi indiani e cinesi già prima di Cristo le costellazioni non erano un segreto. E' che in più di due millenni di viaggi (metaforicamente parlando) nel cosmo ogni tanto ci si imbatte in zone sconosciute, caverne dove non esce nemmeno un fiato di luce opaca.



Leggendo un po' di storia, le prime intuizioni sull'esistenza di corpi celesti, talmente bui da essere invisibili, le ebbe il reverendo John Michell, un pastore inglese, alla fine del Settecento. Queste intuizioni furono subito sostenute dal matematico francese Pierre Simon de Laplace, per poi smentirle perché troppo audaci.

Ora faccio un inciso: lascio agli esperti tutto il lavoro matematico che hanno svolto personaggi di scienza come l'astronomo tedesco Johann Georg von Soldner, l'inglese Maxwell, scienziati di fama galattica come Planck o Einstein, l'astronomo tedesco Schwarzschild che nel 1916, tra lo schivare una granata o un proiettile nemico, curvo nella trincea trovò il tempo di calcolare che per ogni massa c'è un raggio critico corrispondente a una distorsione così estrema dello spazio-tempo, che se la massa dovesse essere totalmente compressa all'interno di tale raggio, la velocità di fuga di un qualunque corpo da tale massa sarebbe uguale o superiore alla velocità della luce, rendendo di fatto impossibile sfuggirne. In altre parole l'oggetto che supera tale confine sarà per sempre separato dal resto dell'universo. Schwarzschild definì tale raggio critico "orizzonte degli eventi".

Continuando con Eddington, Chandrasekhar, Lev Landau, sino ad arrivare a ad Julius Robert Oppenheimer, che formulò la prima ipotesi ufficiale dell'esistenza dei buchi neri, ipotizzando le stelle di neutroni. Il lavoro fu pubblicato nel 1939. Purtroppo l'attenzione di tutti gli umani del pianeta in quel periodo finì catturata dal conflitto più bestiale mai conosciuto, terminato nella prima decade di un caldo agosto nipponico, reso incandescente come un sole anche dal contributo del grosso della comunità scientifica internazionale capeggiata da Oppenheimer (guarda chi si rivede) nel famoso progetto di Los Alamos.

Coperti i crateri del conflitto, nel clima di *pace fredda*, si tornò a osservare quelle lontane caverne buie nello spazio profondo, da dove non esce niente che ci dica della sua storia. Erano "l'oggetto completamente collassato", il nome tecnico di quei piccoli spazi neri di enormi masse, nate dall'esplosione di stelle che in origine avevano una massa superiore ad almeno 10 volte quella solare, chiamati "buchi neri stellari", più introvabili dei loro cugini ciclopi detti "buchi neri supermassicci", abitanti al centro di quasi tutte le galassie. Uno di questi buchi neri supermassicci è al centro della nostra galassia, la Via Lattea, e raggiunge secondo le ultime stime i 4,5 milioni di masse solari. (dati da le "Stelle" di ottobre 2009).



Nel 1967 L'astrofisico John A. Wheeler, volle dare nome a quella frase troppo tecnica, l'oggetto completamente collassato.

Non sono competente in fatto di equazioni, formule e misure, ma mi affascina che nella scienza ci sia spazio (quando le istituzioni lo concedono) per andare oltre a ciò che si vede, per formulare ipotesi, congetture e, aiutati dalla propria conoscenza, elaborare teorie.

Io posso pensare che il vuoto non esiste, da persona libera mi è concesso, ma rimane un'interpretazione soggettiva. Lo scienziato può andare oltre la propria soggettività con l'aiuto del proprio bagaglio conoscitivo.

Quindi torniamo a Wheeler: nel 1967 ad un congresso cerca un nome per questo oggetto completamente collassato; uno dei presenti, ironicamente, gli suggerì un termine usato fino all'ottocento nell'esercito inglese per indicare le *celle punitive* di isolamento assoluto, l'ultima prigionia. A Wheeler quel nome piacque perché era "terminologicamente banale ma psicologicamente potente". Si impegnò a diffonderlo decretandone oltre che al successo scientifico anche il successo mediatico.

Il termine buco nero viene usato spesso da tutti, pur non sapendo in molti cosa sia.

La prima sosta del viaggio di Odisseo nell'universo è nei paraggi di un "orizzonte degli eventi" che circonda un buco nero. Dopo attenta riflessione, iniziata appunto alla fine del settecento, arriva agli anni sessanta e settanta del ventesimo secolo (un nulla nel tempo dell'universo) e Odisseo può dire qualcosa di concreto sui buchi neri.

I buchi neri sono nati prima di tutto come oggetti teorici, "pensati" da fisici e matematici. Solo in seguito sono stati cercati e trovati nel cosmo grazie ai progressi delle tecnologie spaziali e dell'astrofisica. A tutt'oggi non esistono prove dirette della loro esistenza, ma solo deduzioni basate sugli effetti gravitazionali che producono sui corpi celesti circostanti e sull'emissione di radiazioni generate dal disco di accrescimento e dai getti.

Sotto il profilo fisico, un buco nero è una singolarità gravitazionale, cioè un punto dello spazio in cui una massa finita raggiunge una densità incommensurabile. La massa è concentrata in un volume tanto ridotto che nulla può sfuggire alla sua forza di gravità, nemmeno un raggio di luce.

Il buco nero è delimitato da una superficie ideale detta "orizzonte degli eventi" dove la velocità di fuga è pari a quella della luce. Oltre a questo confine non possiamo vedere, perché ogni immagine è fatta di

luce e per raggiungerci dovrebbe viaggiare più veloce della luce, cosa finora ritenuta impossibile.

L'orizzonte definisce dunque una zona dello spazio-tempo inaccessibile all'osservazione. Secondo la Relatività generale, una volta oltrepassato questo limite, nulla ne può uscire: nessuna particella materiale o immateriale che l'attraversi può tornare indietro. Tutto viene inesorabilmente risucchiato verso il centro, detto singolarità. Questo è il punto densissimo dove la forza gravitazionale tende all'infinito e dove si concentra tutta la massa-energia che vi precipita. Ma vedremo che il geniale S. Hawking e la meccanica quantistica hanno invece trovato il modo di far fuggire qualcosa da questo impenetrabile confine, appena un alito, un vapore quantistico...(1)

Quindi andando a concludere la riflessione, non certamente il viaggio di Odisseo che spero, se non infinito, almeno tanto lungo da non vedere la fine, l'universo delle stelle ci affascina dai tempi preistorici. Siamo giunti a credere che il loro destino in definitiva sia il nostro.

Nel novecento su questo destino stellare Eddington ridicolizzò Chandrasekhar in un meeting alla Royal Astronomical Society definendo le idee di quest'ultimo "stellar buffoonery". Chandrasekhar pensava che una particolare categoria di stelle, dopo aver consumato tutto il suo combustibile nucleare, invecchiando si può ridurre circa alle dimensioni della terra con una massa inferiore appunto al cosiddetto limite di Chandrasekhar che è di circa 1,4 masse solari, diventando una "nana bianca". I fatti diedero ragione a Chandrasekhar facendogli vincere il nobel quando ormai era già vecchio.

Molto più bonariamente S. Hawking e Kip Thorne scommettono contro John Preskill che tutta l'informazione contenuta nei buchi neri va irrimediabilmente perduta. C'è anche chi si chiede, nella comunità scientifica se sono nate prima le galassie o i buchi neri. Il dibattito sembra ancora aperto e molto interessante.

A proposito la scommessa sull'informazione perduta è stata vinta da Preskill o almeno Hawking ammette che non tutto è perduto, appunto un alito, un vapore quantistico può fuggire (quindi Odisseo può ancora tornare dall'Ade). Ne parla in un bel libro di poche pagine, comprensibile anche a persone non laureate ma solo curiose, Monica Colpi, professore di fisica stellare e astrofisica con una bella presentazione di Margherita Hack. Due esempi di Odisseo al femminile.

(1) Tratto da Speciale Newton n. 5/2007



Robotica Uomini, macchine e robot umanoidi di Francesco Leali

THE PLEASING MIRROR

Uomini, macchine e robot umanoidi

"La voce fremeva di zelo, e quasi mi sembrava di sentire il ronzio di quei muscoli d'acciaio. Aveva l'involucro d'acciaio inossidabile e un mazzo di fili metallici al posto del cervello ... ma a me sembrava proprio un poliziotto. Il fatto che fosse alto come un uomo, con due braccia, due gambe e l'uniforme dipinta addosso, contribuiva parecchio a dare quell'impressione. [...] Era proprio il tipo di macchina che gli scienziati potevano sfornare per divertirsi." [1]. Si sa, gli uomini sono il soggetto favorito dell'umanità [2]. Il commento dell'ironico protagonista del divertente racconto di Harry Harrison del 1958 non solo racchiude in sé tutto il sarcastico compiacimento con cui un uomo può osservare il simulacro inanimato di se stesso, ma enuncia un'importante verità storica. Infatti, come la letteratura fantascientifica si è da sempre cimentata con la realizzazione di robot umanoidi¹, nati per essere simili agli esseri umani nelle sembianze, nei comportamenti e, addirittura, nella psicologia, così generazioni di inventori e scienziati, con la stessa energia creativa, si sono divertiti fin dall'antichità a pensare, progettare e realizzare robot antropomorfi di varia natura.

La stessa parola moderna "robot" contiene un evidente riferimento all'uomo in quanto, utilizzata per la prima volta nel 1921 dallo scrittore Karel Čapek nella tragedia "Rossum's Universal Robots" [3], deriva dal termine ceco "robota" ed identifica un lavoro molto pesante o, più in generale, la schiavitù. Ben presto, comunque, l'espressione è stata associata a macchine elettromeccaniche costituite da componenti antropomorfi e dotate di caratteristiche cinematiche e dinamiche tali da consentire la manipolazione di oggetti nello spazio e tali da permettere l'interazione attiva con l'ambiente, gestibile attraverso un certo livello di "intelligenza" [4].

L'idea di costruire macchine simili all'uomo, in realtà, nasce nella tradizione dell'antica Grecia, associata a Efesto, dio del fuoco e della tecnologia (perdoneranno i classicisti la leggera forzatura), che produsse aiutanti meccanici dalla forza eccezionale, dotati di intelligenza e della capacità di parlare. Ovviamente, potendo scegliere, il ruvido, ma non sprovveduto dio, optò per robot dalle sembianze di giovani e piacenti donne. Fu tuttavia il nostro Leonardo da Vinci, grazie al suo straripante genio, ad una spiccata conoscenza del corpo

umano e ad una interessata propensione per l'arte bellica, a produrre, per primo, intorno al 1495, il progetto di un soldato meccanico (figura 1) in grado di sedersi, di impugnare le proprie armi e di muovere il collo² [5].

¹ La letteratura scientifica definisce come "umanoidi" quei robot che abbiano una struttura anche solo vagamente antropomorfa, caratterizzata da arti meccanici, mani, testa (possibilmente dotata di espressività facciale) ma un aspetto non necessariamente identico a quello degli esseri umani. Un aspetto umanoide può essere considerato, ad esempio, quello di un astronauta che indossi tuta e casco protettivo. Tale tipologia di sistemi comprende anche teste robotizzate come la celeberrima "Kismet".

<http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/kismet/kismet.html>). Robot costruiti con l'intento di essere sommariamente indistinguibili dagli esseri umani vengono invece definiti "Humanlike Robots". Nel presente articolo, per semplicità, si adotta il termine umanoide senza distinzione tra le sopracitate categorie.

² Fino al 5 aprile 2010 sarà possibile vedere la ricostruzione fisica del robot, realizzata sulla base dei progetti leonardeschi originali, visitando la mostra "Il Laboratorio di Leonardo. I Codici, le Macchine e i Disegni" presso il Castello di Vigevano (PV) (<http://www.leonardoevigevano.it>).



Figura 3. Modello del robot di Leonardo (fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Leonardo-Robot3.jpg>)



Bisognerà aspettare il XIII secolo per vedere altri progetti di tale ambizione. Nel 1737 l'ingegnere francese Jacques de Vaucanson, famoso per numerose invenzioni di interesse industriale in campo tessile, realizzò un automa di dimensioni umane, capace di eseguire con il flauto un repertorio di 12 brani [6]. L'ingegnoso meccanismo di azionamento, completamente automatico, era composto di labbra mobili, di una lingua meccanica che fungeva da valvola per il flusso dell'aria e di dita meccaniche le cui punte in pelle aprivano e chiudevano i registri del flauto. Qualche anno dopo, nel 1772, l'orologiaio svizzero Pierre Jaquet-Droz realizzò una macchina capace di eseguire i movimenti necessari per scrivere frasi composte da un massimo di 40 caratteri di dimensioni e stili differenti, utilizzando un pennino ed un calamaio e seguendo con gli occhi il procedere della scrittura. Il robot, attualmente esposto presso il "Musée d'Art et Histoire" di Neuchâtel (CH) presenta una struttura in legno di circa 80cm con le fattezze di un fanciullo che scrive appoggiato ad una piccola scrivania [6].

Già a partire dal IX secolo, grazie a fondamentali scoperte scientifiche che permetteranno all'uomo di cullare la propria illusione tecnocratica fino ai giorni nostri, la ricerca ha potuto perfezionare gli aspetti elettromeccanici del movimento e concentrarsi sulla replica di aspetti fortemente antropici quali il linguaggio, la visione, il tatto e l'intelligenza, intesa come capacità di controllo ed autonomia di scelta. Uno dei primi rudimentali esempi in questo senso è quello del sistema umanoide "Euphonia", presentato da Joseph Faber nel 1845. Grazie a grandi mantici nascosti dietro la testa, il robot, comandato dal proprio inventore tramite pedali e tastiera, poteva pronunciare frasi e periodi interi, sfruttando una struttura funzionale simile a quella umana: polmoni, laringe e bocca.

Con l'esplosione industriale del XX secolo la robotica umanoide ha conosciuto un momentaneo arresto. Troppo complessa dal punto di vista del controllo la gestione del delicato equilibrio di apparati retti da due soli appoggi (le "gambe"), troppo inefficiente il sistema di leve svantaggiose che compongono il braccio umano, troppo lento lo spostamento senza l'adozione di ruote e potenti motori, troppo imprecisa e non ripetibile l'esecuzione di movimenti compiuti attraverso cinematiche complesse, troppo arduo replicare la flessibilità operativa e la capacità di adattamento della mente umana in macchine costruite per garantire elevata affidabilità e robustezza ai disturbi esterni.

Successivamente, l'affermarsi della robotica industriale come branca separata della robotica umanoide ha, di fatto, liberato gli scienziati moderni dalla responsabilità di trovare immediata applicazione ai propri studi e ha consentito loro di dare libero sfogo alla propria fantasia e, a volte, ad un pizzico di folle vanità (figura 2).



Figura 4: Geminoid (a destra), replica robotizzata del dr. Hiroshi Ishiguro (fonte: <http://www.is.sys.es.osaka-u.ac.jp/research/0011/index.en.html>)

Industria militare, industria della robotica per scopi di servizio alla persona (service robotics), robotica di intrattenimento e ricerca spaziale, maggiormente slegate dalle logiche di budget dell'industria manifatturiera, hanno potuto operare con libertà, creando le condizioni per una futuribile interazione uomo-robot e aprendo scenari etici e filosofici ancora largamente inesplorati, all'interno dei quali le celeberrime tre (o quattro) leggi della robotica di Isaac Asimov [7, 8] assumono un ruolo di primaria importanza. Inoltre la funzione di recupero funzionale, psicologico e sociale in campo medico, da realizzarsi attraverso l'impiego di strutture ad esoscheletro e protesi di ultima generazione, rappresenta un obiettivo morale più che tecnologico ed offre alla nostra (de)cadente società importanti possibilità di riscatto.

Gli strabilianti progressi tecnologici nel campo dei microprocessori, il vertiginoso aumento delle velocità di calcolo, della capacità di memoria, della larghezza di banda nelle comunicazioni, la clamorosa semplicità dei linguaggi di programmazione e la nascita di potenti algoritmi di Intelligenza Artificiale forniscono, oggi, la maggior parte delle tecniche e degli strumenti necessari per poter concretamente ambire a replicare meccatronicamente - ovvero come integrazione di aspetti elettromeccanici, elettronici ed informatici - e migliorare, quando possibile, l'azione umana. Per molti anni, la complessità strutturale dell'uomo e la perfezione del



relativo sistema di controllo, il cervello, non ha consentito che alcun sistema inanimato potesse minimamente avvicinarsi alle prestazioni garantite da un essere umano in termini di intelligenza operativa e flessibilità. Non per niente il processo evolutivo ha disegnato il corpo umano nel corso di milioni di anni: non proprio un tempo accettabile per lo sviluppo di un prodotto industriale, nemmeno senza considerare le rigidissime leggi del time-to-market! D'altra parte l'obiettivo finale era la sopravvivenza in condizioni ambientali severissime e di imprevedibile dinamicità.

Lo stesso obiettivo che oggi hanno i robot astronauti, come l'americano "Robonaut" [9], progettato dal "Robot System Technology Branch" della NASA presso il Johnson Space Center [10], realizzato in collaborazione con Defence Advanced Research Project Agency (DARPA) [11]. Il robot, nelle intenzioni dei progettisti, elimina la necessità di strumenti robotizzati specializzati da adottare in attività spaziali extraveicolari (EVA) di tipo terrestre e/o extraterrestre, incluse le "spacewalks". Il robot esiste in due configurazioni chiave. La prima, mostrata in figura 3, può montare un gruppo con 2 o 4 ruote, capace di muoversi su terreni accidentati. La seconda configurazione, invece, mostrata in figura 4, permette al robot di utilizzare le stesse "scalette" progettate per lo spostamento degli astronauti in assenza di gravità ed è caratterizzata dall'impiego di arti a 7 gradi di libertà (DOF - degree of freedom), dimensionati in modo da potersi muovere anche lungo i corridoi della "International Space Station" e di usufruire degli stessi accessi degli astronauti umani.



Figura 5: Robonaut, in configurazione "mobility"
(fonte: http://www.sti.nasa.gov/tto/Spinoff2008/ct_6.html)



Figura 6: Robonaut in configurazione "zero gravity"
(fonte: <http://robonaut.jsc.nasa.gov/sub/mobility.asp>)

Il torso di Robonaut è un endoscheletro in alluminio strutturale, ricoperto da un guscio protettivo capace, attraverso tre sensori di forza e coppia, di misurare l'intensità di eventuali forze esterne agenti sulla struttura o di calcolare la posizione e l'intensità di eventuali urti. La struttura portante del robot è protetta da un sistema di sospensioni, simile ad una "gabbia toracica", in grado di consentire deflessioni del guscio a seguito dell'applicazione di forze esterne impulsive.

Per garantire un'elevata destrezza, Robonaut è dotato di due bracci interoperanti, progettati per essere del tutto simili a braccia umane. Infatti le catene cinematiche sono state dimensionate in modo da consentire lo stesso volume di lavoro e medesimo ingombro degli arti superiori di un astronauta "tradizionale" ma sono state progettate per raggiungere prestazioni migliori dal punto di vista dinamico, di libertà ed uniformità di movimento, di sicurezza e robustezza d'impiego, grazie all'uso di un'architettura di sensori ridondante e di larghe bande per la risposta dinamica del sistema. Anche in condizioni di estrema variabilità ambientale. Inoltre, per consentire alle trasmissioni, basate sulla tecnologia "Harmonic Drive", un costante livello di lubrificazione con temperature variabili da -25° e 105° sono stati prodotti lubrificanti speciali e materiali sintetici innovativi, capaci di isolare termicamente l'elettronica del robot.

Il sistema di presa, ispirato alla struttura della mano umana (figura 5), è dotato di 14 gradi di libertà ed è connesso all'arto meccanico mediante un "avambraccio", utilizzato per l'alloggiamento dei motori brushless e degli azionamenti. Il "polso" è dotato di 2 gradi di libertà mentre le 5 "dita" consentono ben 12 DOF. La struttura è progettata in modo da separare la funzione di manipolazione dalla funzione di presa. La prima, necessaria per raccogliere e muovere gli oggetti nello



spazio è garantita dall'interpolazione delle prime tre "dita" della mano, ciascuna caratterizzata da 3 DOF (indice, medio e pollice opponibile) mentre la stabilità della presa è garantita dalle due "dita" esterne, anulare e mignolo, capaci di un solo DOF, e dall'impiego di un ulteriore DOF sul "palmo della mano". Tale soluzione, seppur nota in letteratura [12], è stata adottata per la prima volta su sistemi progettati per attività extraveicolare della durata massima di 8 ore consecutive.

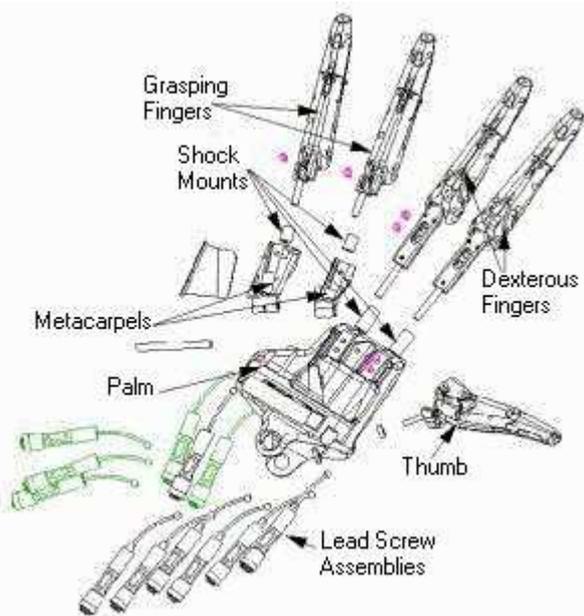


Figura 7: Schema costruttivo del sistema di presa Robonaut (fonte:

<http://robonaut.jsc.nasa.gov/sub/hands.asp>)

La "testa" di Robonaut, montata su un "collo" articolato, contiene un sistema stereoscopico formato da una coppia di telecamere CCD a colori, che può essere ruotata in modo da consentire un campo di vista molto ampio tra l'orizzonte e la base del robot stesso. Le immagini tridimensionali registrate dal sistema a bordo del robot sono trasmesse ad un casco HMD (Head Mounted Display) che le elabora prima di renderle disponibili ad un operatore umano, collegato in telepresenza.

L'operatore, dunque, può essere collegato in remoto con il robot e, come si può intuire dall'analisi di figura 3, non solo ha la possibilità di osservare la scena vista da Robonaut ma dispone dei mezzi per comandarne i movimenti, semplicemente muovendo il proprio corpo come se dovesse eseguire egli stesso un dato compito, attraverso una logica master-slave che permette al sistema di replicare nel dettaglio tutti i movimenti dell'operatore. Per realizzare ciò è stato messo a punto un sistema di tracking della posizione formato, oltre che dal casco HMD, da guanti speciali e da un sistema di rilevamento della postura. I guanti, del tutto simili a quelli utilizzati nell'ambito delle più avanzate applicazioni di Realtà

Virtuale, sono inseriti all'interno di un esoscheletro, in grado di replicare la forza esercitata dal sistema di presa del robot durante lo svolgimento delle operazioni di manipolazione, così che l'operatore possa percepire la consistenza di quello che il robot tocca, afferra e muove. L'architettura del controllo è stata disegnata per poter consentire al robot di gestire in autonomia i 47 DOF che compongono il sistema [13]. Il concetto alla base dello sviluppo riguarda la creazione di sottosistemi autonomi in grado di elaborare le informazioni provenienti dai sensori, di identificare eventuali malfunzionamenti e di dialogare tra loro per scegliere la strategia migliore per la sopravvivenza di Robonaut. La gestione delle sequenze di comandi in telepresenza sfrutta, invece, un'interfaccia API (Application Programmer's Interface) dedicata, messa a punto dai ricercatori della NASA con l'intento di semplificare drasticamente le procedure di addestramento degli astronauti che, grazie a tale modalità di comando, sarebbero in grado di comandare i sistemi con estrema semplicità. Una scelta, questa, che, a causa dei vincoli sulle modalità e sulle velocità di trasmissione dei dati tra operatore e robot, prevede l'impiego simultaneo di personale robotizzato e umano in missioni spaziali, e disegna un interessante scenario improntato sulla profonda interazione tra cervello umano e un qualche complesso "mazzo di fili metallici".

L'articolo è il primo di una breve serie di approfondimenti dedicati alla robotica umanoide. Verranno trattati i principali componenti dei sistemi antropomorfi, descritti nei principali aspetti funzionali e tecnologici, e verranno tratteggiati i più moderni campi di applicazione: dall'esplorazione spaziale all'ingegneria protesica e biomedica, dalla chirurgia robotizzata fino alla robotica di servizio.

Bibliografia essenziale

- [1] H. Harrison, "Il braccio della legge"-titolo originale "Arm of the Law", in Racconti di Fantascienza (a cura di A. Torchio), Ed. La Scuola, Brescia, 1991, pp.35-57.
- [2] C. C. Kemp, P. Fitzpatrick, H. Hirukawa, K. Yokoi, K. Harada, Y. Matsumoto, "Humanoids", in Springer Handbook of robotics (a cura di B. Siciliano, O. Khatib), Springer-Verlag, Berlin, 2008, pp.1307-1334.
- [3] K. Čapek, Rossum's Universal Robots (R.U.R.), Oxford University Press, USA, 1961.
- [4] M. Rosheim, "Robot Evolution: the development of anthrobotics, Wiley, 1994.



- [5] M. Taddei, "Leonardo da Vinci's robots". Ed. Leonardo3, Milano, 2007, pp. 420.
- [6] Y. Bar-Cohen, D. Hanson, "The coming robot revolution", Springer, New York, 2009, pp.174.
- [7] I. Asimov, "Io, robot", Mondadori, Milano, 2003, pp.291.
- [8] I. Asimov, "I robot e l'impero", Mondadori, Milano, 1996, pp.406.
- [9] <http://robonaut.jsc.nasa.gov>
- [10] <http://www.nasa.gov/centers/johnson/home/index.html>
- [11] <http://www.darpa.mil>
- [12] G. J. Monkman, S. Hesse, R. Steinmann, H. Schunk, "Robot grippers", Wiley-VCH, Weinheim, 2006, pp.453.
- [13] <http://engineeringtv.com/blogs/etv/archive/2007/06/21/episode-48-the-autonomy-of-robonaut.aspx>

Esperienze di un Radioamatore

14YTT

di Luciano Bozzoli

14YTT è la sigla di identificazione di Luciano nell'ambiente radioamatoriale.

Ho fortemente voluto questo articolo perché anch'io ho sempre amato questo mondo, anche se non ho mai potuto essere un operatore attivo. A dir la verità mi piaceva progettare e costruire l'elettronica, fino al collaudo del manufatto, dopodiché l'interesse calava verticalmente, ma ho assistito ad alcuni collegamenti radio intercontinentali e devo dire che, anche oggi con le reti a disposizione, è eccitante sentirsi rispondere da qualcuno dall'Australia, in tempo reale senza le elaborate commutazioni dei sistemi telefonici e/o di internet. Quindi lasciamo che Luciano ci porti in questo mondo.

Luigi Borghi

Il **Radioamatore** è una persona che è **autorizzata alla trasmissione**, ovvero che ha conseguito la cosiddetta "patente" e la successiva "autorizzazione generale".

Premesso questo, si diventa Radioamatori fondamentalmente per i seguenti motivi:

- o Aumentare le proprie conoscenze con l'esercizio pratico e lo scambio di esperienze nell'ambito delle ricezioni e delle trasmissioni.
- o Rendersi utili e disponibili in caso di calamità naturali in appoggio alle forze dell'ordine ed alla protezione civile.
- o Sperimentare nuovi dispositivi anche di propria costruzione e/o progettazione come antenne, amplificatori lineari, od altri circuiti elettronici collegati all'attività radiometrica.
- o Perfezionarsi nell'uso delle lingue (fondamentalmente l'inglese).

Oggi, nel 2009, parlare via radio da un punto all'altro della terra o addirittura con astronauti sulla Luna, non è più una notizia, ma se penso solo a 50 anni fa, il solo ascoltare la radio a valvole,

sintonizzare una stazione in Onde Medie, o addirittura guardare la televisione in bianco e nero (in casa dal bottegaio del quartiere che l'aveva) era una esperienza elettrizzante in quanto quel mondo era avvolto da un fitto mistero. Sì, di strada da allora ne abbiamo fatta!

Chi scrive è Radioamatore ufficiale dal 1975 ma ha iniziato nel 1965 a trafficare (e studiare) nel settore.

Affrontiamo ora, alcuni aspetti pratici riguardanti:

1. **Definizione di campo elettromagnetico**
2. **Funzionamento delle antenne**
3. **Onde Elettromagnetiche**
4. **Propagazione delle onde elettromagnetiche:**

1. Definizione di campo elettromagnetico

Un campo elettrico variabile genera, in direzione perpendicolare a se stesso, un campo magnetico pure variabile. Questi campi concatenati determinano nello spazio un campo elettromagnetico; per dirla in un altro modo, se una carica elettrica risente di una perturbazione oscillante, significa che è immersa in un campo elettromagnetico.



2. Funzionamento delle antenne

Per generare un campo elettromagnetico è sufficiente fare scorrere una corrente variabile in un conduttore, quindi per trasmettere bisogna avere un circuito oscillatore che "spinga" e "richiami" delle cariche elettriche in un conduttore con una certa frequenza. Il conduttore in oggetto (antenna), per avere una corrente massima di cariche elettriche (e quindi generare un campo elettromagnetico più intenso), deve avere una lunghezza pari ad $\frac{1}{4} \lambda$ dove λ è la lunghezza d'onda in metri che si ricava dalla formula $\lambda = c/f$ (c è la velocità della luce in Km/sec ed f è la frequenza di oscillazione in MHz).

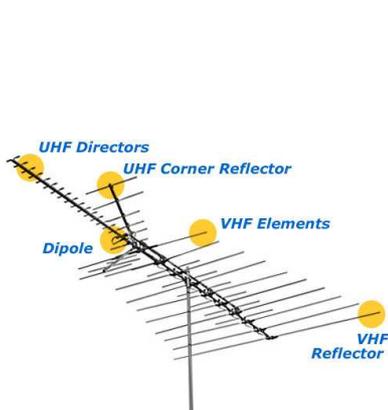
Le antenne possono essere suddivise nelle seguenti macro famiglie:

- o a polarizzazione verticale
- o a polarizzazione orizzontale
- o omnidirezionali
- o bidirettive
- o direttive

Un'antenna ricevente per funzionare nel migliore dei modi, dovrà avere lo stesso orientamento (orizzontale o verticale) e le stesse dimensioni dell'antenna della trasmittente che si intende ricevere. Solo il diametro dei conduttori che la costituiscono potrà essere molto inferiore, essendo infinitamente più piccole le correnti che vi circoleranno rispetto a quelle dell'antenna trasmittente. Normalmente in un apparato ricetrasmittente, una stessa antenna serve alternativamente per trasmettere e per ricevere con un appropriato sistema di commutazione che provvede a collegarla o al trasmettitore o al ricevitore. Uno stelo verticale di lunghezza $\frac{1}{4} \lambda$, è un'antenna verticale omnidirezionale. Come vantaggi possiamo dire che costa poco, occupa poco spazio ed ha un ampio angolo di irradiazione in senso verticale; quest'ultima caratteristica può essere uno svantaggio quando si voglia concentrare tutta l'energia

trasmessa (o per meglio dire quando si voglia generare un campo elettromagnetico) solamente in uno spessore ben definito della sezione verticale. Si pensi ad una radio locale in FM con un'antenna di questo tipo a Monfestino, vedrebbe disperdersi gran parte dell'energia trasmessa nello spazio e nel terreno circostante ottenendo un segnale debole nell'area abitata della provincia di Modena. L'antenna giusta per l'emittente dell'esempio è sempre un'antenna verticale ma costituita da coppie di dipoli (normalmente 8) sovrapposti verticalmente in grado di "comprimere" l'irradiazione del sistema di dipoli in un angolo, della sezione verticale, di circa 15° eliminando quindi gran parte dell'energia che si disperdeva inutilmente nello spazio e nel terreno e, a parità di potenza trasmessa, portando come beneficio un forte segnale nell'area abitata di Modena.

Un dipolo, se posto orizzontalmente è un'antenna bidirettiva intendendo con questo termine un'antenna che ha le due direzioni ortogonali all'antenna stessa, privilegiate sia in ricezione che in trasmissione. Se desideriamo ottenere un'antenna direttiva, dovremo aggiungere al nostro dipolo un elemento riflettore (nella direzione opposta a quella di nostro interesse) di lunghezza leggermente superiore (1%) ed ad una distanza di circa $0,12 \lambda$, ed un elemento riflettore, leggermente più corto ed ad una distanza di circa $0,10 \lambda$. Così facendo abbiamo costruito un'antenna a 3 elementi con un guadagno di circa 6 db. Ci potrà servire sia per ricevere più forte un segnale di una stazione fissa che per attenuare un segnale indesiderato molto vicino alla frequenza che vogliamo ricevere, volgendo il fianco dell'antenna nella sua direzione. Esistono antenne direttive anche con più di 20 elementi direttori. L'invenzione di questo tipo di antenna si deve ad un ingegnere giapponese di nome Yagi.



Alcuni esempi di antenne Yagi



3. Onde elettromagnetiche

Il propagarsi nello spazio dei campi elettromagnetici genera la definizione di "onde elettromagnetiche".

Riporto di seguito una bella tabella riassuntiva presa da Wikipedia dalla quale è possibile collegarsi per eventuali approfondimenti riguardanti le varie suddivisioni diverse dalle onde radio che verranno analizzate nel punto successivo.



Aggiungo solamente una semplice tabella che renda immediata la differenza tra i vari tipi di Onde Radio:

Frequenza	Lunghezza d'onda (λ)
3 Hz	100.000 Km
30 Hz	10.000 Km
300 Hz	1.000 Km
3 kHz	100 Km
30 kHz	10 Km
300 kHz	1 Km
3 MHz	100 m
30 MHz	10 m
300 MHz	1 m
3 GHz	10 cm
30 GHz	1 cm
300 GHz	1 mm



Esempio di pannello frontale di un moderno apparecchio ricetrasmittente.

Yaesu FT-950 HF+6 TRANSCEIVER



Spettro di frequenze a disposizione dei radioamatori in Italia

MHz	Statuto di servizio	P.Max. Aut.Generale Ordin.	Note
135,5 - 137,8 kHz	secondario	1 W erp	max. 1 W erp
1830 - 1850 kHz	PRIMARIO	500 W	
3500 - 3800 kHz	secondario	500 W	
7000 - 7100 kHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
10,100 - 10,150 MHz	secondario	500 W	
14 - 14,350 kHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
18,068 - 18,168 kHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
21 - 21,450 kHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
24,890 - 24,990 kHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
28 - 29,7 MHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
50 - 51 MHz	secondario	500 W	
144 - 146 MHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
430 - 434 MHz	secondario	500 W	
435 - 436 MHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
436 - 438 MHz	secondario	500 W	Solo servizio satelliti
1240 - 1245 MHz	secondario	500 W	
1267 - 1270 MHz	secondario	500 W	Più servizio satelliti
1270 - 1298 MHz	secondario	500 W	
2300 - 2440 MHz	secondario	500 W	
2440 - 2450 MHz	esclusivo	500 W	Più servizio satelliti
5650 - 5670 MHz	secondario	500 W	Solo servizio satelliti
5760 - 5770 MHz	PRIMARIO	500 W	
5830 - 5850 MHz	secondario	500 W	Più servizio satelliti
10,3 - 10,45 GHz	esclusivo	500 W	
10,45 - 10,50 GHz	esclusivo	500 W	Più servizio satelliti
24- 24,05 GHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
47 - 47,20 GHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
75,50 - 76 GHz	PRIMARIO	500 W	
76 - 77,5 GHz	secondario	500 W	Più servizio satelliti
77,5 - 78 GHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
78 - 81,5 GHz	secondario	500 W	Più servizio satelliti
122,5 - 123 GHz	secondario	500 W	
134 - 136 GHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti
136 - 141 GHz	secondario	500 W	Più servizio satelliti
241 - 248 GHz	secondario	500 W	Più servizio satelliti
248 - 250 GHz	PRIMARIO	500 W	Più servizio satelliti



5. Propagazione delle Onde elettromagnetiche

Il comportamento delle varie gamme di onde elettromagnetiche è molto differente ed è quindi importante scegliere per ogni tipo di trasmissione la lunghezza d'onda giusta per non ottenere grandi insuccessi. Ad esempio, pensando ad una prima suddivisione per differenziarne il comportamento, possiamo dire che le onde fino a 10 - 15 metri di lunghezza, "bucano" la ionosfera e quindi non sono adatte per comunicazioni a grande distanza terrestre, ma sono adatte per comunicare con le navette spaziali (il radiotelescopio di Medicina che abbiamo visitato, riceve onde di circa 20 cm).

Le onde di lunghezza da 10 a 80 metri (decametriche) hanno il grande vantaggio di venire "spesso" riflesse dalla ionosfera e permettono di effettuare collegamenti anche strepitosi con basse potenze applicate. Il sottoscritto, utilizzando una potenza di 10 Watt (si pensi ad una lampadina) ed una antenna direttiva a 3 elementi sulla lunghezza d'onda dei 15 metri, ha collegato Auckland in Nuova Zelanda via Pacifico! In casi come questo l'onda trasmessa viene riflessa più volte alternativamente dalla ionosfera e dalla superficie terrestre rimanendo ricevibile solamente nelle aree di "rimbalzo" con zone sorde di circa 2000 - 3000 Km. Può succedere di ricevere con un ottimo segnale una stazione americana e, nella stessa frequenza avere difficoltà a sentirne una di Milano!

Le onde di lunghezza superiore ad 80 metri creano un'onda di superficie che aggira anche le montagne e, di giorno non vengono riflesse dalla ionosfera, ma di notte è possibile ricevere stazioni da tutto il mondo; si pensi alle Onde Medie.

Prima, quando parlavo delle onde decametriche ho usato il termine "spesso". Il fatto che questi collegamenti non siano certi "sempre", ha obbligato a

trovare delle soluzioni differenti ma anche più complesse per quanto riguarda i collegamenti terrestri a grande distanza. Per la TV si usano lunghezze d'onda di circa 3 cm che vengono rimandate a terra da satelliti geostazionari.

Molto importante è stato ed è tuttora il ruolo che i Radioamatori svolgono nella vita sociale. Rilevante è il contributo che prestano in caso di calamità naturali mettendo a disposizione delle autorità competenti i loro mezzi e le loro capacità nell'assicurare i collegamenti tra i vari enti al fine di divulgare le notizie e coordinare i soccorsi. Possiamo ricordare la partecipazione che fu essenziale nell'alluvione del Polesine, in quella di Firenze, nei terremoti in Friuli, in Irpinia e per ultimo anche in quello dell'Abruzzo. Durante l'alluvione di Firenze sostituirono per ben 48 ore le reti ufficiali di telecomunicazione che erano rimaste danneggiate.

Si penserebbe che al giorno d'oggi, con l'avvento dei telefoni cellulari che non ce ne fosse più bisogno, invece la prima cosa che è successa anche in Abruzzo è stato il blocco per intasamento di tutti i ripetitori della telefonia mobile che sono costruiti per potere sopportare un numero finito di chiamate contemporanee.

A Spilamberto esiste il Radioclub L.A.M. (Ludovico Antonio Muratori) che in gran parte si è autofinanziato un mezzo mobile completo di tutto quanto serve per poter essere immediatamente operativo in questi casi ed ha partecipato a tutti gli ultimi avvenimenti.

I4YTT Luciano

Per saperne di più:

<http://www.radioclublamlam.it>

<http://www.air-radio.it/propagazione.html>

<http://www.i6bs.it/swl.htm>



[Ricetrasmittitore a valvole No 58 Mk 1 del 1943;](#) [Valvola finale Thomson da 100 Kw](#)



Energia: Eliminare il CO₂

di Luigi Borghi

Eliminare l'anidride carbonica (CO₂) dal ciclo di produzione di energia è un sogno ancora lontano. La principale causa dell'effetto serra resta un problema da risolvere. Le soluzioni ci sono ma hanno tutte quante qualche "effetto collaterale" più o meno pericoloso da mettere sul piatto della bilancia. La soluzione più ragionevole è senz'altro quella di non produrre CO₂, quindi sostituire, o quanto meno ridurre, tutti i cicli produttivi che generano anidride carbonica con altri sistemi dotati di tecnologie "pulite". Facile da dire ma molto difficile da realizzare. La produzione di energia elettrica pulita, che potrebbe risolvere in parte anche il problema del trasporto attraverso la trazione elettrica, rimane legata all'eolico, all'idroelettrico, al geotermico, al fotovoltaico, alle biomasse ed al nucleare, ma i costi di costruzione di un parco di generatori di questo tipo sufficiente al fabbisogno mondiale, sono ancora elevati. Gli idrocarburi sono ancora necessari alla macchina produttiva.

Quindi? La battaglia contro il CO₂ è persa? Meglio di no! Sarebbe come dire rinunciare alla vita per i nostri nipoti! Spingiamo l'acceleratore sulla ricerca di fonti o vettori alternativi di energia ma ci sono anche diverse proposte per trattare l'anidride carbonica prodotta, alcune delle quali già realizzate ed utilizzate a livello industriale. Una di queste è la cattura e lo stoccaggio del CO₂, direttamente dalla ciminiera che la emette, la CO₂ viene prelevata, quindi poi stipata in contenitori e confinata in fondo agli oceani o in depositi sotterranei, dove la pressione enorme dell'acqua ed il tempo provvederanno a trasformarla chimicamente ed a renderla innocua e stabile (materiali solidi da impiegare nell'edilizia o nella pavimentazione stradale).

Ma ci sono alternative in fase di studio che meritano attenzione perché potrebbero addirittura trasformare il CO₂ non in un elemento inerte e non pericoloso ma addirittura in un nuovo combustibile riutilizzabile.

Questo obiettivo è raggiungibile ed ai laboratori "Sandia Lab" californiani stanno già testando la macchina "ricicla CO₂", la quale sostanzialmente prende dall'ambiente l'aria inquinata da CO₂ e attraverso l'energia solare, la trasforma in CO (monossido di carbonio), che poi ricombinato con l'idrogeno genera SYNGAS, un combustibile!

L'idea è dei ricercatori dei Sandia National Laboratories (California), che hanno appena testato il primo prototipo della macchina "converti-CO₂". Si chiama CR5 (da Counter-Rotating-Ring Receiver Reactor Recuperator) ed è un cilindro metallico diviso in due camere, in grado di innescare delle reazioni termo-chimiche su una superficie di ossido di ferro. Il concetto su cui si basa il sistema è semplice: quando l'ossido di ferro è esposto a temperature molto alte si innescano reazioni che portano alla liberazione di molecole di ossigeno, che vengono poi "riprese" quando il materiale si raffredda. Dov'è il vantaggio? Nel fatto che i due processi avvengono in aree separate, e che l'ossigeno recuperato è quello sottratto all'anidride carbonica contenuta in una delle due camere; in questo modo la CO₂ diventa CO (monossido di carbonio).

La macchina è infatti disegnata con le camere poste ai due lati. Nella parte centrale si trovano, in serie, 14 dischi di ossido di ferro che ruotano su loro stessi compiendo un giro al minuto. I ricercatori sono riusciti a concentrare i raggi del Sole per portare una delle camere a 1.500 gradi centigradi, in modo che la parte dei dischi che si trova in quell'area liberi le molecole di ossigeno. Ruotando, i dischi portano la loro "zona calda" nella camera opposta e il raffreddamento induce l'ossido di ferro

a "rubare" molecole di ossigeno alla CO₂, lasciando nella camera il monossido di carbonio.

Questo può essere poi combinato con l'idrogeno per dare syngas da usare come vettore energetico.



Primo test per il prototipo di CR5 dei Sandia Lab: il sistema è in grado di sottrarre anidride carbonica dall'atmosfera. Ma serviranno almeno 15 anni per migliorarne l'efficienza

Finora il sistema, inventato dall'ingegnere Rich Diver, era stato testato in piccoli step; l'esperimento completo prova ora che la macchina lavora come da copione. "Pensiamo che questo sistema sia un'alternativa al sequestro di CO₂ sottoterra", ha spiegato James Miller, ingegnere chimico ai Sandia



Lab: "Invece che pompare il gas sotto il suolo, è possibile usare il Sole per ottenere una "combustione inversa" che trasforma l'anidride carbonica in molecole energetiche". Serviranno comunque tra i 15 e i 20 anni prima di vedere una versione commerciale di questo prototipo. Intanto, l'obiettivo è costruire una nuova macchina ogni tre anni con efficienze sempre maggiori (che dovrebbero almeno raggiungere il 10 per cento). Parte delle innovazioni necessarie verranno dalle nuove ceramiche composite che rilasciano ossigeno a temperature più basse dell'ossido di

ferro.

Riferimenti:

- *Galileo*

- *Technology Review*

- *Credit immagine: Tyler Hamilton*

L'angolo di Zia Savina

di Savina Zanardi

Di certo vi chiederete: -Un angolo dedicato alla cucina? Alle ricette e al vino? -

Vi capisco! Effettivamente anche per me quest'angolo culinario-enologico non rientrava esattamente negli argomenti rigorosamente scientifico-austeri della rivista COSMO ma, come ben sapranno gli aficionados della rivista, il nonno Gigi (al secolo Borghi Luigi, ns. mentore e fondatore dell'associazione COSMO e dell'omonima rivista...) è un Buongustaio ed un gran Goloso ed è stato proprio lui a chiedermi d'occuparmi di questa piccola rubrica sulla rivista. Voleva che fosse un momento, diciamo così, "Frivolo e Rilassante" durante la lettura d'una rivista che di scienza e dintorni si sarebbe occupata e che, di conseguenza, avrebbe avuto generalmente tutt'altro tenore. Ho decisamente temporeggiato e poi... eccomi qui, spero, per fare la gioia di tanti: perché in ogni scienziato, sia di professione che per diletto, in fondo in fondo c'è un golosone...

E perché non cominciare con le ricette, e relativo abbinamento di vino, per un menù da dedicare ad una serata tra amici?

Eccolo qua:

Aperitivo

INVOLTINI DI SFOGLIA INTEGRALE AI FORMAGGI E BACON

Dosi per 4 persone:

- 1 rotolo di pasta sfoglia integrale fresca
- 50 gr di Gorgonzola dolce
- 50 gr di formaggio morbido tipo Philadelphia
- 2/3 cucchiaini di panna
- 2/3 cucchiaini di parmigiano reggiano grattugiato
- 8 fettine di Bacon
- sale e pepe q.b.

Srotolate la pasta sfoglia e tagliatela in 8 spicchi. Mescolate insieme il Gorgonzola e il formaggio morbido aggiungendo la panna e il pepe, mescolare bene fino ad ottenere un composto omogeneo. Spalmate il composto sugli spicchi di pasta sfoglia e spolverizzate di parmigiano reggiano grattugiato. Avvolgete ogni spicchio su se stesso in modo da formare dei "cornetti". Avvolgete ogni "cornetto" in una fettina di Bacon che fisserete con uno stecchino. Poneteli sulla placca ricoperta di carta forno e cuoceteli in forno caldo a 180°C per 20 minuti. Serviteli tiepidi.

Primo Piatto

TAGLIATELLE RUSTICHE

Dosi per 6 persone:

- 500 gr di tagliatelle all'uovo, secche
- 300 gr di noci
- 1 spicchio d'aglio
- la mollica di 1 panino
- burro
- 3 cucchiaini d'olio extravergine d'oliva (cioè e.v.o.)
- latte q.b.
- 6 cucchiaini di parmigiano reggiano
- 1 rametto di maggiorana
- sale e pepe q.b.

Mettete la mollica del panino a bagno nel latte. Sgusciate le noci poi scottatele in acqua bollente per qualche minuto, per poterle pelare. Mettete le noci pelate nel frullatore con la mollica strizzata, l'olio e.v.o., lo spicchio d'aglio la maggiorana e sale e pepe. Frullate il tutto, poi ponetelo in una ciotola. Nel frattempo cuocete le tagliatelle al dente in



acqua bollente salata. Scolatele conservando un po' d'acqua di cottura. Conditele con la salsa di noci, qualche fiocchetto di burro e, se necessario, qualche cucchiaino dell'acqua di cottura. Cospargete il tutto con il parmigiano reggiano grattugiato e servire ben calde.

Secondo Piatto

MAGATELLO DI VITELLO IN GREMOLADA

Dosi per 4 persone:

- 800 gr di magatello di vitello
- un'arancia e un limone non trattati
- un rametto di salvia
- uno spicchio d'aglio
- un mazzetto di timo
- ½ bicchiere di vino bianco secco
- 40 gr di burro
- olio e.v.o.
- Sale e pepe

Legate il magatello con lo spago, in modo che resti in forma, e rosolatelo in una casseruola con metà burro fuso e 2 cucchiaini d'olio e.v.o caldo, a calore vivace, poi sfumate col vino. Prelevate dagli agrumi un pezzo di scorza (senza la parte bianca che rende amara la preparazione!) e poi spremetene il succo. Trasferite l'arrosto e il condimento in una teglia, salatelo e pepatelo e bagnatelo col succo di agrumi. Copritelo con un foglio d'alluminio e cuocetelo in forno a 170° per un'ora, aggiungendo un poco di acqua calda se il fondo dovesse asciugarsi eccessivamente. Tritate grossolanamente le scorze degli agrumi con le foglie di salvia e timo e l'aglio. Raccogliete il trito in un padellino con il resto del burro, fatelo insaporire a fuoco dolce per un paio di minuti e poi versatelo sull'arrosto prima di sfornarlo. Servitelo tagliato a fette e nappato con la salsa gremolada.

Per accompagnare questa prima parte del menù ho scelto un unico vino che grazie all'approccio gustativo di grande spessore, sostenuto da un'equilibrata morbidezza e da una magnifica sapidità riesce a governare sia la grassezza che la speziatura e l'aromaticità degli involtini di sfoglia e delle tagliatelle rustiche, rispettando nel contempo la polpa del magatello di vitello mentre le bollicine ne governano la salsa gremolada. Il vino che vi propongo è un Prosecco di Valdobbiadene Superiore di Cartizze. Posso consigliarvi il "N.F" anno 2007 della cantina Nino Franco di

Valdobbiadene (TV) (ben 5 grappoli dalla guida Bibenda 2009 dell' AIS, Associazione Italiana Sommelier) prodotto da uve Prosecco 100%, titolo alcolometrico 11%: spumeggiante a paglierino, al naso emergono fiori bianchi che vanno a fondersi con la pera e la pesca per poi virare alla nota minerale e agrumata. Vino di grande spessore sostenuto da notevoli e grandiose morbidezza e sapidità con una matrice minerale conclusiva: costo Eur 15 ca (per bottiglia da lt 0,75).

Dessert

TORTA BOUNTY

Dosi per 10 persone:

- 65 gr. di cacao in polvere zuccherato
- 65 gr. di Cocco Rapè
- 100 gr. di Zucchero Zeffiro
- 50 gr. di farina 00 oppure di Farina di riso (ideale se tra gli ospiti avete celiaci tanto il risultato finale è sempre lo stesso!)
- ½ bustina di lievito istantaneo per Torte
- 3 uova
- 125 gr di Burro o Margarina
- 100 gr. di cioccolato fondente tritato (meglio se è almeno un 75% di Cacao)
- 100 gr. di cioccolato al latte tritato

In una ciotola grande setacciare insieme: la farina, il cacao in polvere e il lievito istantaneo. Unirvi lo zucchero e il cocco rapè e mescolare il tutto.

A questo punto unire al composto le uova, aggiungendone 1 alla volta e mescolando bene, fino ad ottenere un composto cremoso.

Aggiungere a questo punto il burro (o la margarina) morbido e continuare a mescolare finché non sarà completamente assorbito dal composto e non vi siano grumi.

Da ultimo aggiungete i 2 cioccolati tritati grossolanamente (si devono sentire in bocca quando si addenta una fetta del dolce!!!)

Mettere il composto in una tortiera, imburata ed infarinata, e mettere in forno caldo a 180°C per NON più di 30 minuti.

Si può servire sia tiepida che fredda.

Ottima se accompagnata con panna leggermente montata e aromatizzata con estratto di vaniglia.

Per accompagnare questo dolce, di semplice preparazione ma decisamente impegnativo per il nostro palato, a causa della sua succulenza, della



sua grassezza e della lunga persistenza gusto-olfattiva, che vengono conferite al piatto dall'impatto unificato ed esplosivo che i cioccolati, il cacao, il cocco rapè e il burro hanno nella nostra bocca.

Per tener testa a tali sensazioni abbiamo bisogno di un vino di grande corpo, anche robusto, che si contrapponga alla notevole struttura del dolce, con una lunga persistenza gusto-olfattiva, una buona alcolicità e una notevole sapidità, che neutralizzino rispettivamente la succulenza e la grassezza del dessert.

Quale alleato migliore, in questo abbinamento decisamente impegnativo, se non un ottimo, importante, accattivante Sagrantino di Montefalco Passito.

Posso consigliarVi l'"Arquatà" 2005 della cantina Adanti di Bevagna (PG) (anche questo è un 5 grappoli dalla guida Bibenda 2009 dell' AIS), prodotto da uve Sagrantino 100%, titolo alcolometrico 14,5%: elegante e mai amaro, al naso si presenta ricco di confettura di ribes e gelso, liquirizia e spezie orientali. Dolce e cremosa la struttura che viene sostenuta da una eccezionale carica tannica e da una notevole sapidità: costo Eur 30 ca (per la bottiglia da lt 0,50).

E per questo numero è andata alla prossima volta con altre idee nel piatto e nel bicchiere.

Ciao,

Zia Savina.

