

Security classification: **Unclassified**

KWOS
<http://www.kwos.org>

Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**

Date: **01/09/2013**

Issue: **1**

TEMPORALI e FULMINAZIONI

NASA Launch Pad Lightning Warning System (LPLWS)

| <i>Written by</i> | <i>Responsibility-Signature</i> |
|-----------------------------|--|
| <i>Raffaello Di Martino</i> | Project Engineer |
| | |
| | |
| | |
| | |

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

DOCUMENTI APPLICABILI

| Issue | Date (dd/mm/yy) | Pages/Par. Affected | Reason for change |
|-------|--------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | 01/09/2013 | | |

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Document Category: Information | | |
|-----------------------------------|--|--|

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

Table of Contents

| | |
|--|--|
| 1. INTRODUZIONE | 4 |
| 2. THE WEATHER CHALLENGE | 5 |
| 3. LA PROTEZIONE MIGLIORE INIZIA CON UNA MIGLIORE CONOSCENZA DEI FULMINI..... | 7 |
| 3.1 Un cumulonembo come un generatore..... | 7 |
| 3.2 La convezione e la formazione dei temporali | 8 |
| 3.3 La teoria della separazione di carica elettrica durante la precipitazione | 9 |
| 3.4 I meccanismi che generano un fulmine | 10 |
| 3.5 Lightning detection nelle RF | 11 |
| 3.6 Lightning detection nel campo elettrico atmosferico..... | 11 |
| 4. IL KSC LIGHTNING PROTECTION SYSTEM | 13 |
| 4.1 Prevedere un fulmine prima che raggiunga il KSC..... | 13 |
| 4.2 LDAR Lightning Detection and Ranging system..... | 13 |
| 4.3 LLP Lightning Detection System | 14 |
| 5. LAUNCH PAD LIGHTNING WARNING SYSTEM (LPLWS) | 15 |
| 5.1 Descrizione del sistema | 15 |
| 5.2 Electric Field Mills | 16 |
| 5.3 Base Station Computer | 18 |
| 5.4 Host Computer Function..... | 18 |
| 5.5 Display Computer Function..... | 18 |
| 5.6 KSC Weather data archive | 20 |
| 6. CONCLUSIONI..... | ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO. |

| | | |
|---|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

1. INTRODUZIONE



Un tremendo fulmine che impatta il Pad A del KSC

Il Kennedy Space Center, dovendo proteggere i lanci degli Space Shuttles e di altri veicoli spaziali, ha effettuato e finanziato negli anni, moltissime ricerche sulle fulminazioni, le loro cause, come registrarle e come prevenirle.

Si è calcolato che dal 1981 al 1994, il 75% dei lanci sono stati ritardati o annullati e per più della metà di questi, le cause sono state dovute a condizioni meteorologiche avverse.

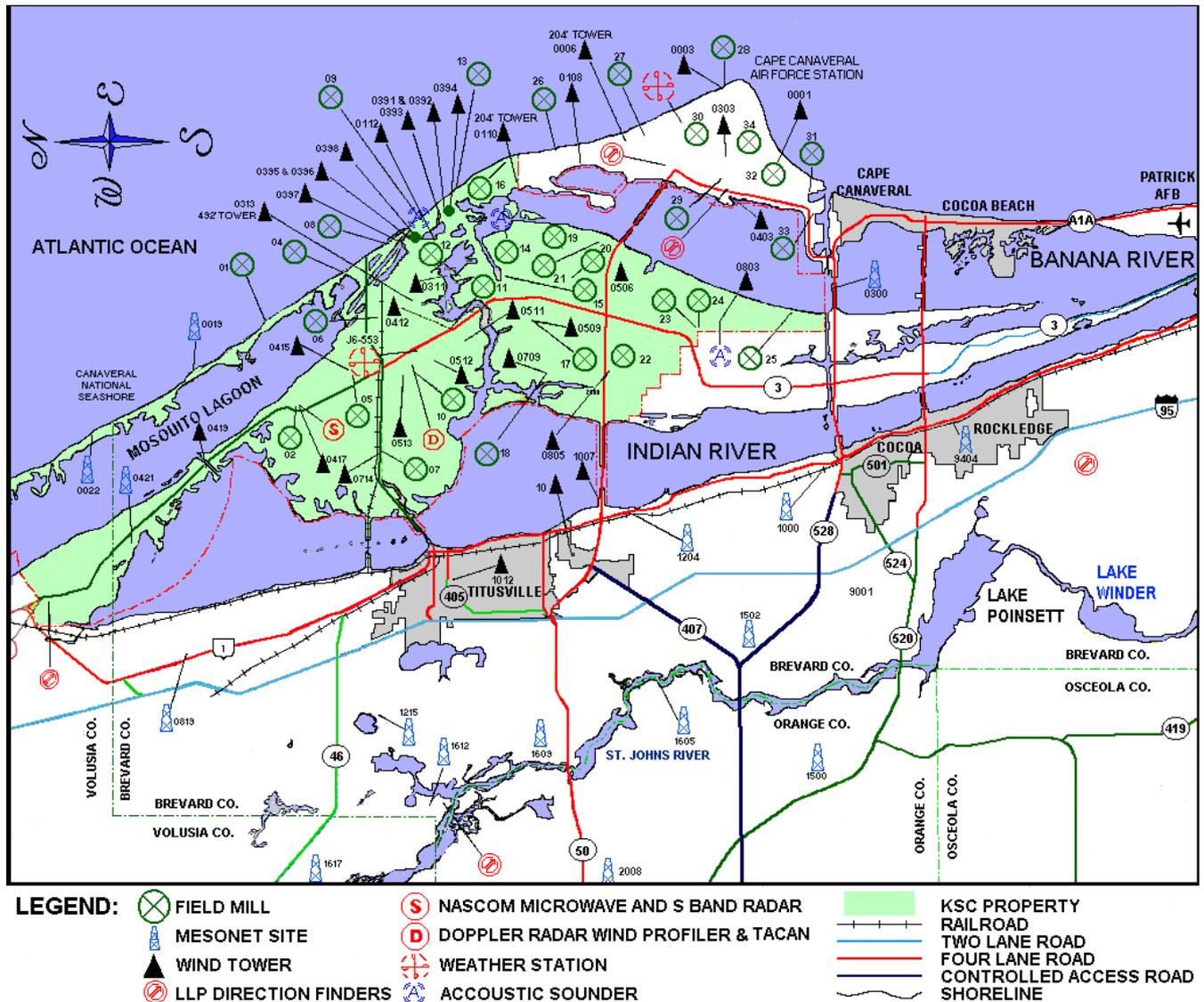
Queste informazioni hanno portato a creare un ottimo sistema di allerta fulminazioni e sistema di protezione.

Per più di venti anni il KSC ha ospitato progetti internazionali per studiare i temporali e l'elettricità atmosferica. I tre più grandi progetti sono stati il *Thunderstorm Research International Project* (TRIP) condotto nella metà degli anni '70, il *Rocket Triggered Lightning Program* (RTLTP) dalla metà degli anni '80 al 1992 e il *Convection and Precipitation/Electrification* (CaPE) nel 1991.

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Document Category: Information | | |
|-----------------------------------|--|--|

KWOS<http://www.kwos.org>Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**Date: **01/09/2013**Issue: **1****2. THE WEATHER CHALLENGE**

Fra le varie problematiche meteorologiche, la sfida principale che si è posto il KSC è quello di prevedere le fulminazioni con un anticipo di 90 minuti sulla caduta del primo fulmine e in un raggio di 20nm intorno alla base di lancio.



Area comprendente il Cape Canaveral Air Station e il Kennedy Space Center con evidenziata la posizione di speciali sensori meteorologici

Il National Lightning Detection Network (sistema nazionale USA di registrazione di caduta dei fulmini a terra) indica che questa regione è una di quelle con densità maggiore nella nazione, raggiungendo una media di 10 fulmini caduti per kilometro quadrato in un anno, confermando proprio che le fulminazioni hanno impatti notevoli nelle operazioni del Kennedy Space Center.

Il primo è sicuramente quello della sicurezza del personale che lavora nel KSC, e subito dopo la protezione di 10 miliardi di dollari di sistemi di lancio e piattaforme che interessano lo space shuttle, Athena, Pegasus, Atlas, Trident II e Titan IV.

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

Per ultimo poi, i costi di ritardo che possono andare da 90000 dollari per 24 ore, a 1 milione di dollari se lo shuttle è costretto ad atterrare in un'altra base e riportato indietro al KSC.

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Document Category: Information | | |
|-----------------------------------|--|--|

3. LA PROTEZIONE MIGLIORE INIZIA CON UNA MIGLIORE CONOSCENZA DEI FULMINI

Anche se si sa bene fin dai tempi dell'aquilone di Benjamin Franklin che un fulmine è una scarica di energia elettrica, non sono ancora ben chiare però, le modalità che portano a caricare e scaricare elettricamente le nuvole.

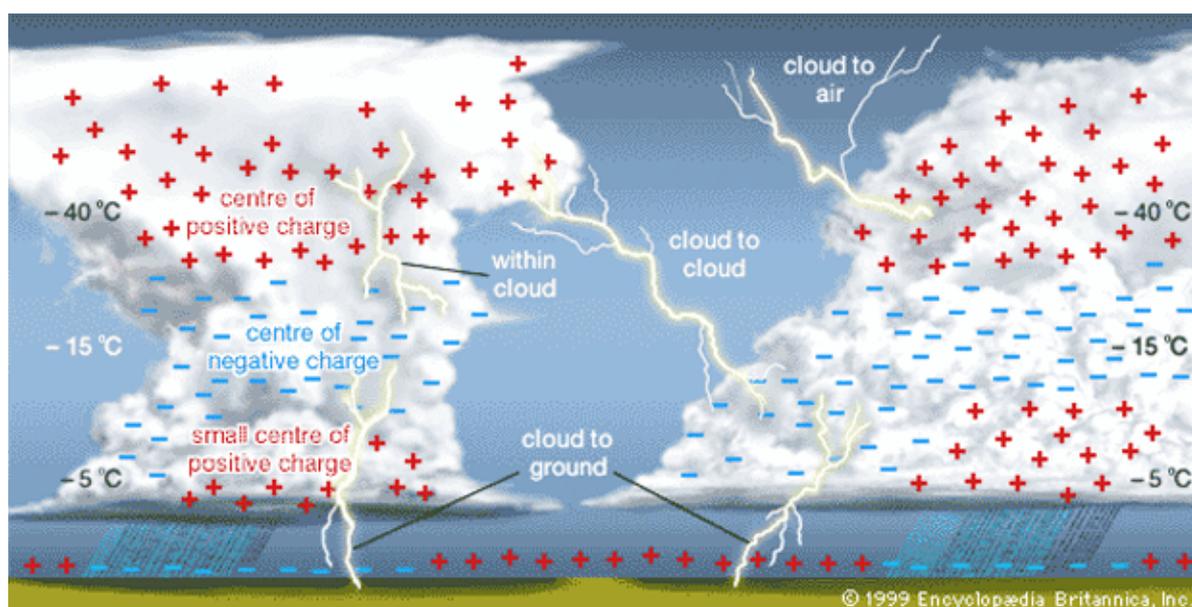
I ricercatori del Kennedy Space Center, cercano tutt'ora di rispondere a queste domande migliorando i loro sistemi di detezione e protezione.

Ciò che è noto è che un fulmine è un trasferimento di cariche positive o negative da una regione di una nuvola ad un'altra, tra nuvole, o tra una nuvola e il suolo. Affinche questo trasferimento avvenga, i due tipi di cariche devono essere separate e ciò significa che la nuvola è elettrificata.

Esattamente come le cariche si separino e dove, all'interno di una nuvola, sono collocate, non è ancora completamente chiaro.

3.1 Un cumulonembo come un generatore

Comunque alcuni dettagli iniziano ad essere compresi : è ormai chiaro che i temporali separano le cariche elettriche. Solitamente, una carica positiva viene portata verso l'alto mentre una carica negativa si accumula al centro della nuvola. Un'altra piccola quantità di carica positiva si accumula, poi, vicino la parte inferiore della nuvola. In questo modo, proprio come un generatore di corrente, il temporale converte energia meccanica in energia elettrica.



Tipica distribuzione delle cariche elettriche all'interno di un cumulonembo temporalesco ed esempi di possibili fulminazioni.

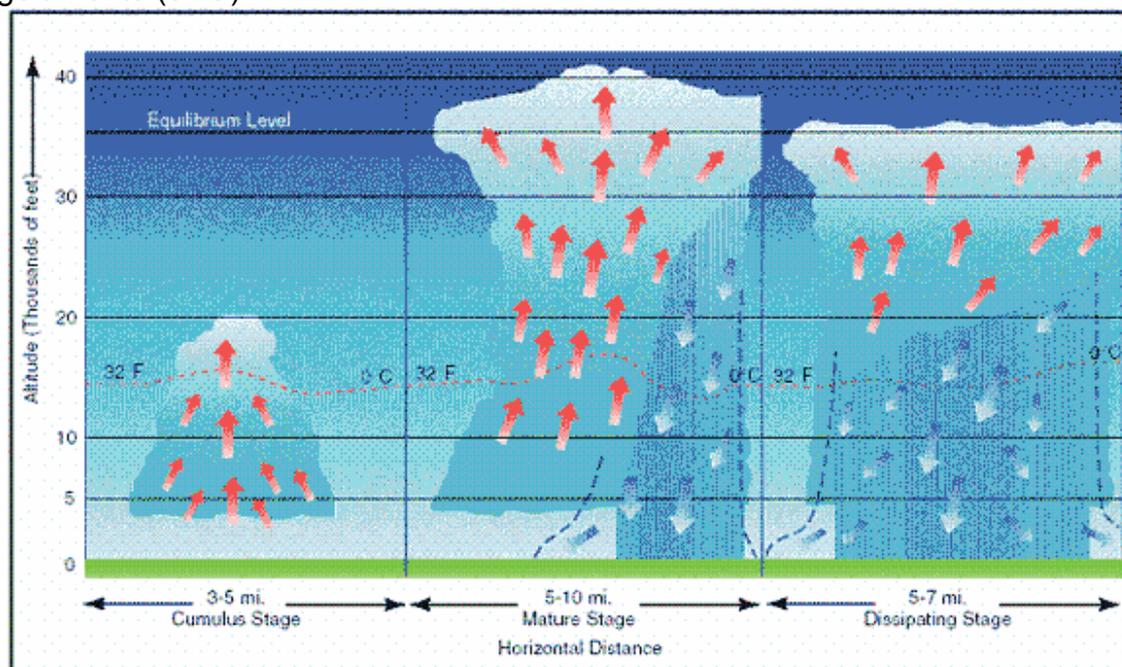
KWOS<http://www.kwos.org>Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**Date: **01/09/2013**Issue: **1**

3.2 La convezione e la formazione dei temporali

Un temporale è una naturale macchina termica. In una tipica giornata estiva l'aria è ricca di umidità e la temperatura del suolo è alta. Poiché l'aria vicino la superficie viene riscaldata dal terreno, questa si espande, diventa meno densa (più leggera) ed inizia a salire. Man mano che sale si espande ancora di più ormai non più per il calore della superficie ma a causa della minore pressione dell'atmosfera. Infatti man mano che si espande ad una pressione inferiore, si raffredda perché la sua energia viene dispersa in un volume maggiore. Quando l'aria umida si raffredda molto, non può più contenere la stessa quantità di acqua che conteneva quando era calda.

Se si è sulla superficie terrestre si può formare nebbia e rugiada ma se l'acqua in eccesso condensa nel cielo, si forma come una macchia di nebbia nel cielo che noi chiamiamo nuvola.

Quando l'acqua condensa cede calore all'ambiente, così come quando evapora, invece, assorbe calore. Il calore rilasciato dalla nube fa salire ed espandere l'aria ancora più velocemente facendola salire fino a migliaia di metri da terra. La nuvola può continuare a crescere ed espandersi fintanto che c'è calore ed umidità alla sua base. Alla fine si espande così in alto da far arrivare l'aria al di sotto del suo punto di congelamento (0° C).



Processo di convezione ed espansione dell'aria. Formazione di un cumulonembo.

Sorprendentemente però le particelle d'acqua nella nuvola non si congelano fino a quando non raggiungono una temperatura ancora più fredda : tra i -10°C e -20°C. L'acqua liquida più fredda di 0° C si chiama *acqua superfredda* (super-cooled water). A temperature inferiori ai -20°C, il vapore acqueo condensa direttamente in ghiaccio (tecnicamente questo processo si chiama *sublimazione* e non condensazione). Sembra che sia proprio la miscela di ghiaccio e acqua superfredda a creare l'elettrificazione delle celle temporalesche.

KWOS<http://www.kwos.org>Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**Date: **01/09/2013**Issue: **1**

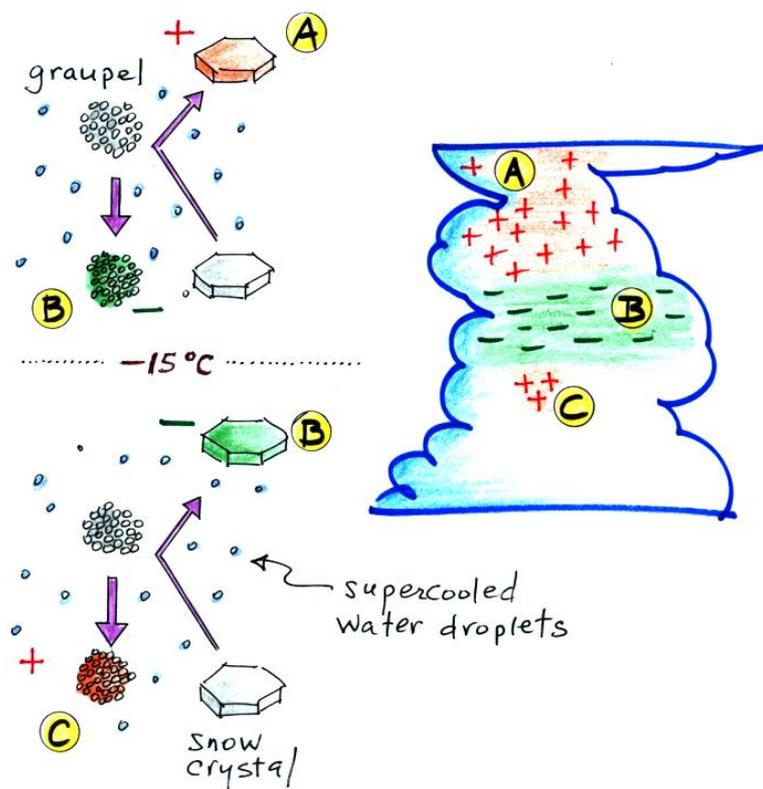
Quando le goccioline presenti nella nube sono ancora troppo piccole per cadere come pioggia e la turbolenza all'interno della nube aumenta sempre più, iniziano delle collisioni sempre più frequenti fra goccioline e cristalli di ghiaccio.

Quando un goccia superfredda si scontra con un cristallo di ghiaccio, si fonde con esso facendolo diventare più grande. Ben presto questi grandi cristalli di ghiaccio inizieranno a cadere all'interno dell'acqua superfredda trasportandola sempre più verso il basso. Quando saranno scesi abbastanza sotto gli 0°C, si trasformeranno in gocce di pioggia.

Alcune volte questi aghi di ghiaccio potrebbero essere riportati nuovamente in alto a causa delle correnti ascensionali e diventare sempre più grandi fino a che pur arrivando a temperature superiori agli 0°C non si sciolgono completamente e cadono a terra sotto forma di *grandine*.

3.3 La teoria della separazione di carica elettrica durante la precipitazione

La più largamente accettata spiegazione di come i temporali riescano a separare le cariche elettriche, è basata su esperimenti di laboratorio e osservazioni atmosferiche effettuate con aerei e radar che dimostrano che quando le particelle di acqua superfredda e ghiaccio non si fondono completamente fra di loro (si forma il cosiddetto *graupel*), le rimanenti particelle sparse nella nuvola sono cariche elettricamente.



Schema che spiega come avviene la separazione della carica elettrica all'interno delle nuvole

Quali frammenti abbiano quale carica, positiva o negativa, dipende dalla temperatura,

KWOS<http://www.kwos.org>Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**Date: **01/09/2013**Issue: **1**

ma solitamente i più piccoli hanno cariche positive. Le correnti ascensionali favoriscono sempre di più la separazione di carica facendo cadere verso il basso i pezzi a carica negativa e facendo risalire lungo la nuvola quelli a carica positiva.

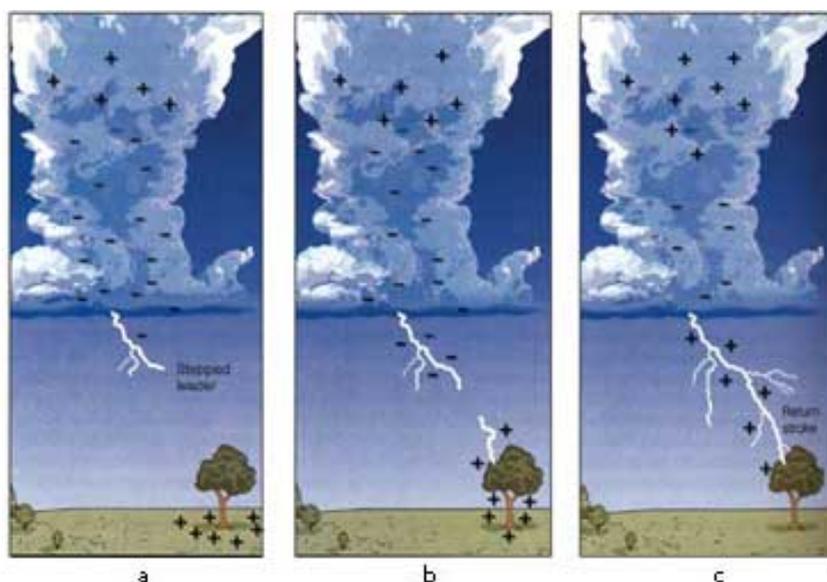
3.4 I meccanismi che generano un fulmine

E' una legge di natura ben conosciuta quella che dice che le cariche elettriche positive e negative si attraggono fra di loro. La forza di questa attrazione è chiamato « campo elettrico ».

Quando è stata separata così tanta carica elettrica tale che la forza di attrazione vince la resistenza elettrica dell'aria, ecco che una scintilla gigante può scoccare : il fulmine. La maggior parte dei fulmini avvengono all'interno o fra nuvole. Fortunatamente i fulmini distruttivi che noi conosciamo, tra nube e terra, avvengono molto meno frequentemente e possono trasportare sia cariche positive che negative.

Fra i due, il tipo più comune è quello con carica negativa (circa il 90%).

Il processo di generazione di un fulmine spiega come mai, solitamente, colpiscono il punto più alto della superficie.



Il primo passo è la formazione di un « stepped leader », carico negativamente, che dalla nuvola punta verso il basso. Durante la sua formazione e discesa, la sua punta tende a far innalzare il campo elettrico a terra. Ioni positivi si riuniscono vicino piccoli oggetti appuntiti come possono essere gli aghi di pino o le lame di un taglia erba e iniziano a defluire verso l'alto attratti dal leader (si formano gli *streamer*). Quando si avvicinano quasi a toccarsi, il circuito terra nube è chiuso ed il leader viene neutralizzato. Ora viene generata una scintilla di ritorno molto più potente (*return stroke*) attraverso il canale ionizzato che si è creato fra la terra e la nuvola.

L'oggetto a terra serve come punto di raccolta del flusso di ioni positivi e si dice che è colpito da un fulmine. L'intero processo di creazione dello stepped leader e del suo

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

contatto con lo streamer dura meno di un secondo.

Il « return stroke » è facilmente visibile ad occhio nudo ed è quello che noi solitamente identifichiamo come fulmine. In realtà l'intero processo di trasporto di carica che dura circa un secondo, ha creato almeno una dozzina di scariche che viaggiano nello stesso canale instaurato fra terra e nube.

I fulmini positivi portano cariche positive verso il terreno. Essi rappresentano solo il 10% dei fulmini che avvengono durante un temporale e solitamente avvengono verso il termine dell'evento temporalesco. Tuttavia i fulmini positivi possono causare danni molto maggiori perchè generano livelli di corrente fino a due volte più elevati e di durata fino al doppio di quelli di carica negativa.

E' per questo che i ricercatori di tutto il mondo sono particolarmente interessati nel trovare il modo per prevedere le condizioni che possono far scaturire la formazione di fulmini positivi da grandi celle temporalesche.

3.5 Lightning detection nelle RF

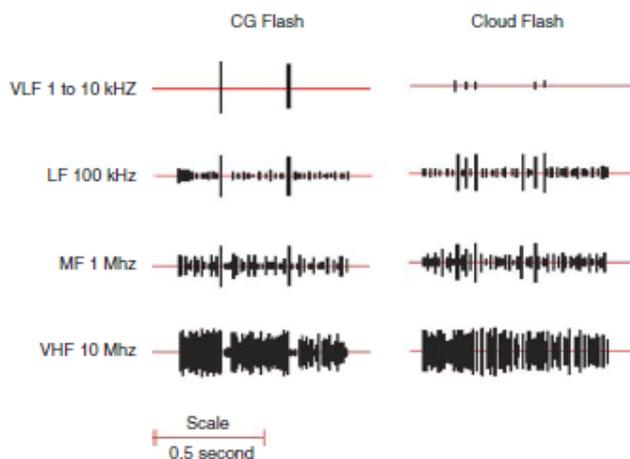


Figure 6. CG and IC flash emissions in various frequency ranges. VHF emissions are generally limited to line of sight propagation (200–300 km, or 125–185 mi.), while LF emissions propagate by ground waves that can follow the curvature of the earth and can be detected to ranges of 300–600 km, or 185–375 miles. VLF emissions can be reflected off the ionosphere and can be detected for thousands of kilometers, but in variably decreasing efficiencies (4).

Le scariche elettriche nube-nube (CC) e quelle nube-terra (CG) irradiano energia in un ampio spettro di frequenze, prevalentemente nella radio frequenza (RF). Durante il processo di creazione dello stepped leader, man mano che si creano i canali di comunicazione verso terra, vi sono fortissime emissioni nella gamma delle alte frequenze (VHF). I return-strokes invece, generano emissioni alle basse e bassissime frequenze (LF e VLF).

I fulmini CC e CG producono emissioni RF significativamente differenti su scale temporali differenti, che possono essere utilizzate per distinguere queste due classi di fulminazioni.

Con la loro alta corrente prevalentemente orientata

verticalmente, i fulmini CG producono forti segnali che possono essere facilmente associati ad un punto della superficie terrestre proprio dove il fulmine ha toccato terra.

3.6 Lightning detection nel campo elettrico atmosferico

Nella bassa atmosfera, il valore medio del campo elettrico atmosferico può essere modificato dal trasporto di cariche elettriche effettuato per convezione, effetto corona,

KWOS<http://www.kwos.org>Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**Date: **01/09/2013**Issue: **1**

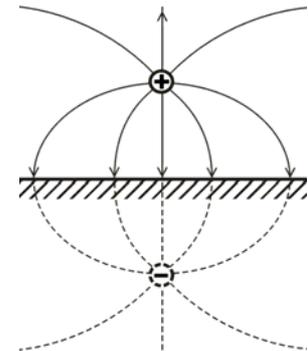
umidità dell'aria e inquinamento.

Secondo la legge di Ohm, in condizioni di bel tempo, è possibile descrivere il campo elettrico atmosferico in funzione della densità di corrente :

$$E = \frac{J}{\sigma}$$

Dove E il campo elettrico (V/m), σ è la conducibilità elettrica dell'aria e J è la densità di corrente elettrica (A/m²)

Il campo elettrico per un'area in cui è presente un temporale è descritto dal metodo della carica immagine (in cui si stabilisce che una configurazione di carica vicino ad un piano conduttore ideale infinito, può essere sostituita con una configurazione immagine di carica equipotenziale).

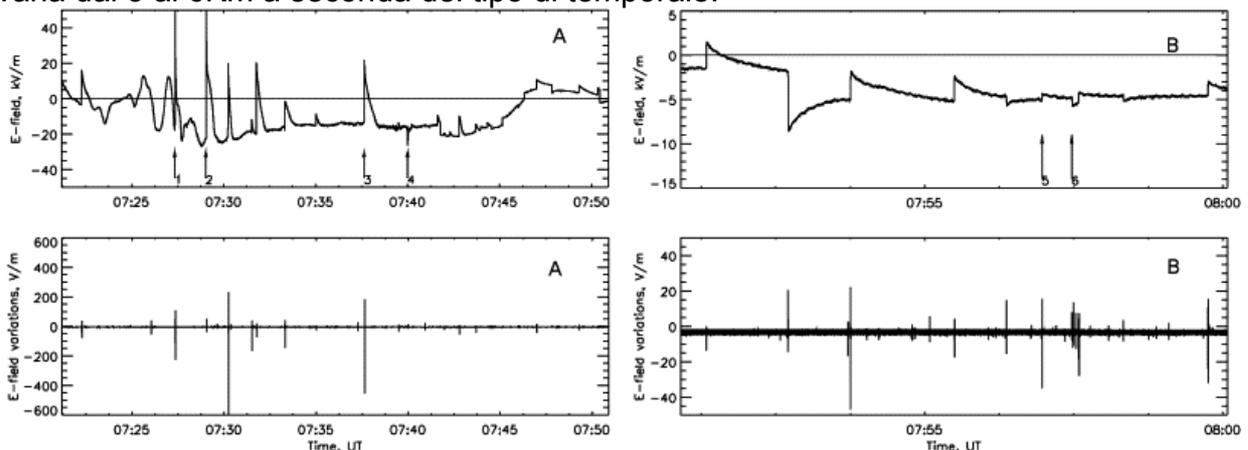


La distanza di un fulmine come funzione della variazione del campo elettrico (E), del valore della carica della nube (Q) e dell'altezza del centro di carica (H), si ottiene con :

$$D = \left[\left(\frac{QH}{2\pi\epsilon_0 E_{FieldMill}} \right)^{2/3} - H^2 \right]^{1/2}$$

Dove ϵ_0 è la permittività elettrica nello spazio libero (8.85×10^{-12} C²/N.m²).

L'altezza dal suolo della carica elettrica presente all'interno di una nube da cui parte lo stepped leader, può avere variazioni significative. In letteratura si legge che l'altezza varia dai 3 ai 6Km a seconda del tipo di temporale.



Le stesse fulminazioni rilevate con il metodo del campo elettrico, in alto e nello spettro delle RF, in basso.

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

4. IL KSC LIGHTNING PROTECTION SYSTEM

Presso il KSC è in atto un esteso programma per la prevenzione dei danni causati da scariche elettriche atmosferiche, per salvaguardare le vite dei propri dipendenti, delle rampe di lancio e i processi di rifornimento del carburante.

Mentre il sistema di protezione è di esclusiva proprietà del KSC, il sistema di rilevamento comprende attrezzature e strumentazioni presenti sia presso lo space center che presso il Cape Canaveral Air Station (CCAS), situata a est della struttura Space Shuttle.

4.1 Prevedere un fulmine prima che raggiunga il KSC

La prima linea di difesa per il monitoraggio delle fulminazioni è un'accurata previsione di dove e quando si verificheranno dei temporali.

Il 45° Air Force Weather Squadron fornisce il supporto informativo meteorologico necessario al KSC per determinare se le operazioni di decollo e atterraggio sono sicure. Il Weather Squadron opera presso il Range Weather Operations (RWO), un centro per la previsione ed il monitoraggio dei temporali e di altre condizioni meteorologiche avverse.

Tra le principali fonti di informazione meteorologica troviamo due radar meteo in grado di identificare celle temporalesche all'interno di un raggio di 150nm e la visualizzazione dei dati provenienti dal sistema WINDS (Wind Information Display System), un network di torri meteorologiche per il monitoraggio del vento, temperatura e umidità. E' noto che il monitoraggio costante del vento può rivelare alcune delle condizioni tipiche che causano lo sviluppo di celle temporalesche.

Ma i sistemi tenuti più sotto costante monitoraggio per allertare in caso di inizio dei fenomeni temporaleschi, sono l'LDAR (Lightning Detection and Ranging) system, l'LLP Lighting Detection System e LPLWS (Launch Pad Lightning Warning System).

4.2 LDAR Lightning Detection and Ranging system

LDAR Rileva e localizza i fulmini in tre dimensioni utilizzando il sistema del « time-to-arrival » del segnale ricevuto da nove antenne. Ogni segmento dello stepped leader di un fulmine invia degli impulsi che l'LDAR riceve sulla frequenza di 66MHz.

Conoscendo la velocità della luce e l'esatta posizione di ogni antenna, è possibile determinare l'esatta posizione di ogni stepped leader in tre dimensioni con una precisione di 100 metri.

Questo è l'unico sistema capace di fornire dettagliate informazioni sull'estensione orizzontale e verticale di un fulmine.

LDAR rileva tutti i tipi di fulminazioni intranube, nube-nube e nube-suolo.



| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Document Category: Information | | |
|-----------------------------------|--|--|

KWOS<http://www.kwos.org>Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**Date: **01/09/2013**Issue: **1**

Il più grande inconveniente dell'LDAR è quello di non rilevare il vero e proprio colpo a terra perchè non riesce a « vedere » al di sotto dei 300 metri di altezza a causa della frequenza VHF utilizzata dal sistema.

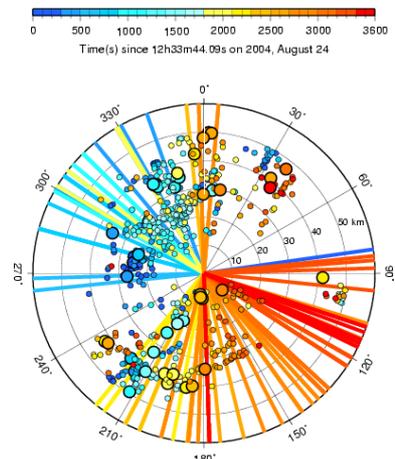
4.3 LLP Lightning Detection System

L'LLP rileva, individua e caratterizza i fulmini cloud-to-ground in un raggio di circa 60nm intorno al RWO.

La radiazione elettromagnetica emessa dal fulmine viene rilevata dalle tre antenne direction-finder VLF situate a Melbourne, Orlando e nella zona nord del KSC.

Le posizioni dei fulmini vengono calcolate utilizzando il sistema di triangolazione e immediatamente visualizzate su un display nel RWO.

Una volta che grazie ai fulmini vengono localizzate le celle temporalesche, diventa più semplice per i previsori prevedere gli spostamenti delle stesse.



KWOS<http://www.kwos.org>Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**Date: **01/09/2013**Issue: **1**

5. LAUNCH PAD LIGHTNING WARNING SYSTEM (LPLWS)

L'LPLWS è il cuore del sistema di allertamento per le fulminazioni del KSC.

Le informazioni provenienti dall'LPLWS riescono a fornire delle previsioni sull'andamento del campo elettrico e della carica delle nubi in grado di scatenare fulminazioni naturali o veicolate (*triggered* sono quelle fulminazioni provocate da diversi sistemi, come il lancio di piccoli razzi a cui è collegato un filo elettrico o molto recentemente, sostituiti da raggi laser inviati verso le nuvole cariche elettricamente. Le fulminazioni triggered servono per scaricare elettricamente la nube esattamente nel luogo ove si desidera evitando che i fulmini naturali cadano in luoghi non voluti).

5.1 Descrizione del sistema

L'LPLWS è costituito da sensori di campo elettrico (E-Field Mills - EFM) dislocati in tutta l'area del Kennedy Space Center (KSC) e Cape Canaveral Air Force Station (CCAFS), e i relativi sistemi informatici di elaborazione dati e display per la visualizzazione dei dati.

Il sistema è stato progettato per funzionare 24 ore al giorno, 7 giorni su 7, ad eccezione delle manutenzioni periodiche.

Un Base Station Computer (BSC) è utilizzato per raccogliere, archiviare i dati ed inviarli ad un Host Computer Function (HCF) che esegue la prima trasformazione dei dati di campo elettrico in prodotti di fulminazione.

Un Display Computer Function (DCF) offre un display grafico e tabulare del campo elettrico e della distanza dell'eventuale fulmine.

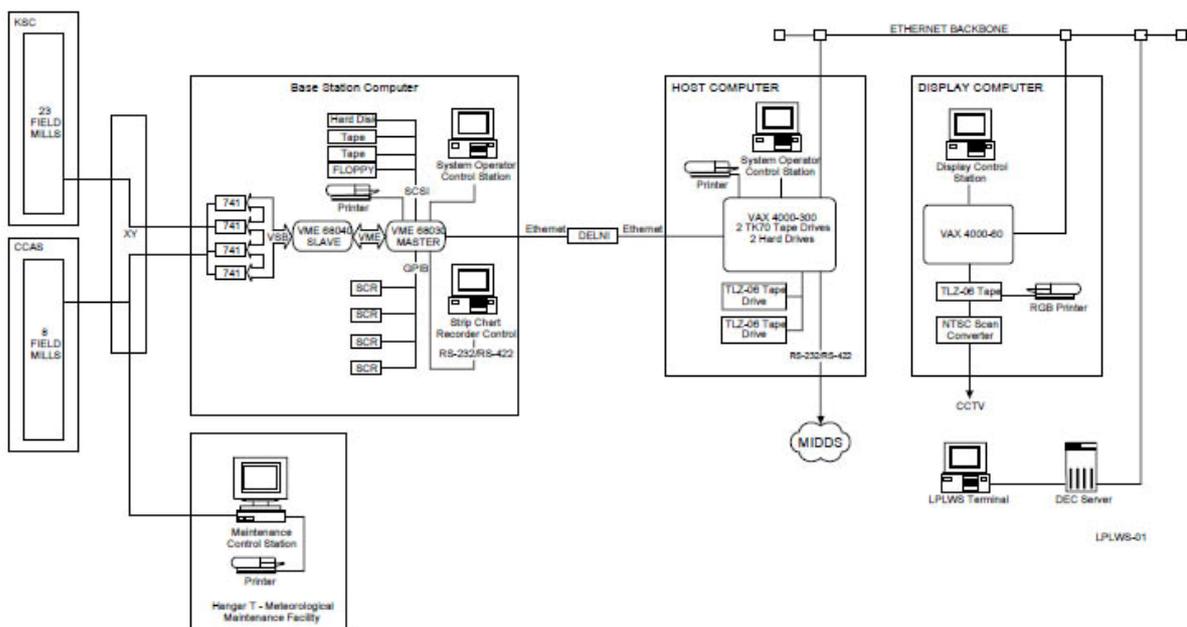


Diagramma a blocchi dell'LPLWS

L'LPLWS è stato progettato per misurare l'intensità del campo elettrico a livello del

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

suolo. La rete di E-Field mills consiste di 32 EFM che effettuano misurazioni con un sample rate di 50Hz ed inviano i dati al BSC ogni secondo.

Vicino ogni EFM è stato installato anche un pluviometro. Questi pluviometri misurano le precipitazioni e forniscono un riscontro reale di ciò che avviene a terra, inviando i dati al Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) della NASA.

Il TRMM è un progetto iniziato nel 1997 per misurare le precipitazioni tropicali e le loro variazioni tramite un satellite a bassa orbita, dando la possibilità di stimare un profilo verticale del calore latente rilasciato durante la condensazione del vapore acqueo atmosferico.

Il riscontro reale dei dati provenienti dai pluviometri, viene utilizzato dal TRMM per validare e migliorare le capacità previsionali del TRMM.

5.2 Electric Field Mills

Gli E-Field Mills (sensori di campo elettrico) sono i sensori utilizzati dal sistema LPLWS. Ogni field mill consiste in un contenitore cilindrico sospeso ad 1m da terra. La scatola metallica contiene un motore che fa girare una lamina metallica collegata elettricamente a terra, ad una velocità nominale di 2500 rpm.

La lamina metallica è montata coassialmente con un disco fisso, isolato e separato da essa da una piccola distanza.

Il campo elettrico ambientale intorno al sensore, induce una capacità tra la lamina che gira ed il disco fisso che viene convertita in un segnale digitale proporzionale alla forza del campo elettrico.

Il segnale viene campionato con 50 campioni al secondo (50Hz) ed inviato tramite pacchetti dati al BSC.



Sensore E-Field Mill

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Document Category: Information | | |
|-----------------------------------|--|--|

KWOS<http://www.kwos.org>Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**Date: **01/09/2013**Issue: **1**

Particolare del « mulino » di un E-Field Mill

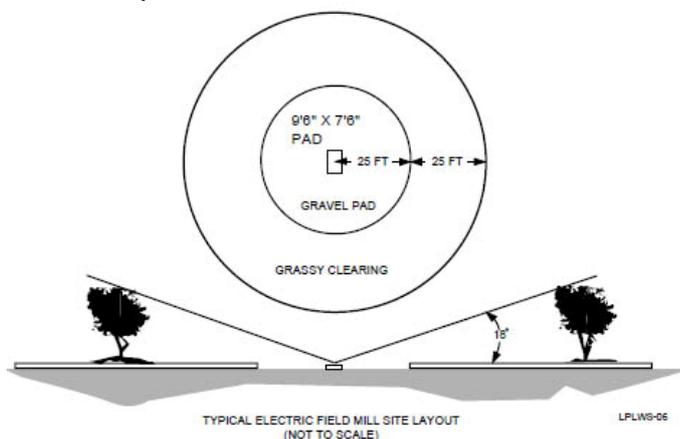
Ogni EFM è importante per la rete perchè lo sviluppo di un cumulonembo locale, carico elettricamente, potrebbe generare fulmini CG causando danni al personale e alle attrezzature.

Ogni installazione è costituita da una piattaforma di cemento circolare ricoperta di ghiaia, di un raggio di circa 10m, su cui è installato il sensore.

L'area intorno poi, è a sua volta lasciata libera da alberi e arbusti o altre costruzioni, per un raggio di 20m circa.

Il sito poi, è ulteriormente limitato per evitare di avere ostruzioni sopra l'orizzonte del sensore più alte di 18°.

Specifiche così restringenti sono necessarie per evitare che le misurazioni del campo elettrico atmosferico vengano falsate dalla presenza di ostruzioni che possano generare modificazioni allo stesso campo.



| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

5.3 Base Station Computer

Il BSC riceve ed archivia continuamente i dati provenienti dai 31 EFM ad una frequenza di 50Hz. Produce inoltre, un error log che contiene informazioni sul proprio stato e sullo stato di ogni singolo sensore. Inoltre le richieste di informazioni di stato dei sensori dall'Host Computer verso ogni EFM.

Il BSC è un sistema rack-mounted e opera come buffer intelligente di comunicazione per tutto il network di field mills. Collezione i dati di tutti i sensori, li processa, li sincronizza, e li invia via lan all'Host Computer.

Il BSC è in configurazione master/slave ed utilizza due particolari schede appositamente costruite dalla Bill West Incorporated per l'acquisizione di dati ad alta velocità da tutti e 31 sensori del network.

5.4 Host Computer Function

L'HCF è un processore real-time che raccoglie, archivia e processa i dati dei field mills ricevuti dalla base station.

Effettua una media ogni 5 campioni di ogni field mill per produrre dati a 10Hz per l'archiviazione e la successiva elaborazione. I dati a 10Hz vengono analizzati come funzione del tempo per determinare se è avvenuta una fulminazione. Quando si rileva una scarica, viene determinata la distanza dal sensore EFM, mostrata sul Display Computer e registrata.

I dati di ogni sensore vengono anche mediati ogni minuto e registrati per successive analisi.

5.5 Display Computer Function

Il DCF è l'interfaccia tra l'utente ed il sistema LPLWS. Fornisce su una mappa del KSC, i dati a 1 minuto di tutti i field mills, lo stato dei sensori, la distanza dei fulmini e una visualizzazione grafica delle isolinee del campo elettrico.

Il DCF inoltre, ha la capacità di generare un allarme visivo e sonoro se il campo elettrico per una determinata zona si eleva oltre certi limiti impostati dall'utente.

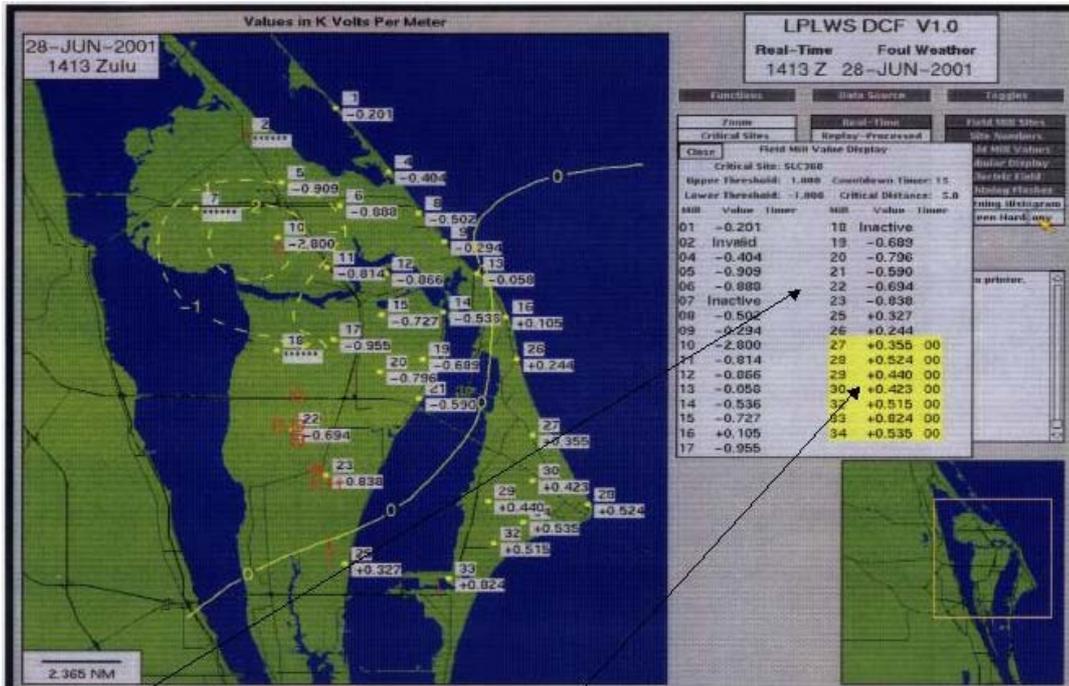
Un'altra importante funzione del DCF è quella di integrare e visualizzare sulla stessa mappa del campo elettrico, i dati provenienti dagli altri sistemi di rilevamento fulminazioni LDAR ed LLP.

KWOS
<http://www.kwos.org>

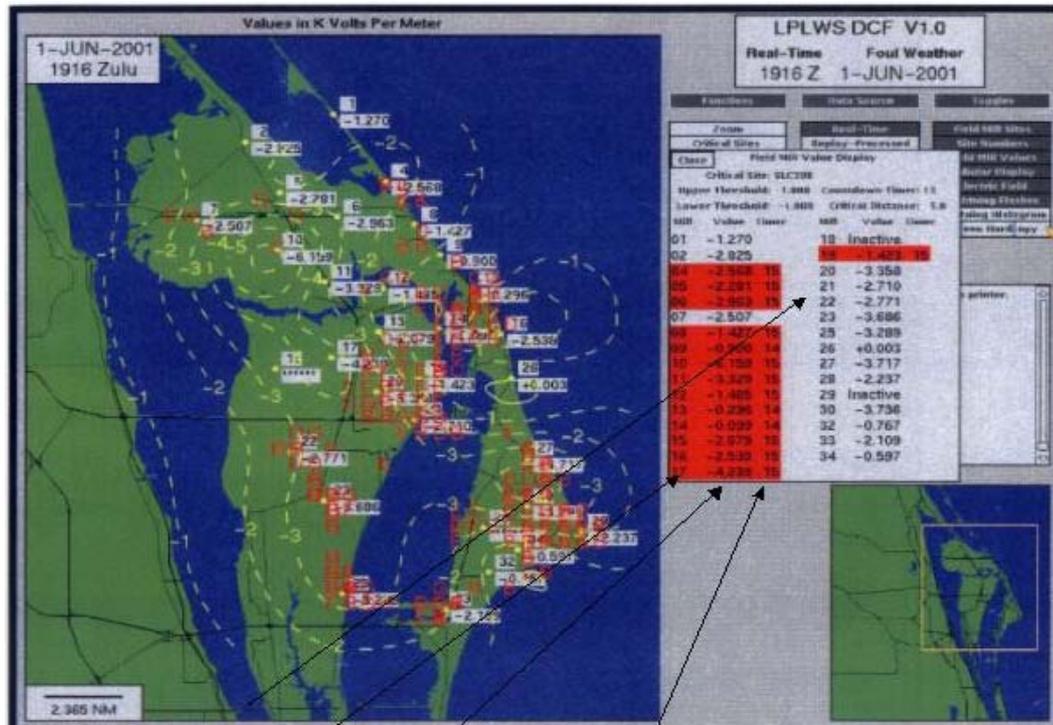
Reference: **S124A1SYS-0-1193NT**

Date: **01/09/2013**

Issue: **1**



Tabular data: Field mills with 5nm of Complex are hi-lited in Yellow. Non-violated.



Tabular data: FM, Current value, countdown minutes. Red color denotes LCC violation of FMs within 5nm of Complex. If not violated FMs within 5nm of Complex would be hi-lited in yellow.

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Security classification: Unclassified | | |
| KWOS http://www.kwos.org | Reference: S124A1SYS-0-1193NT | |
| | Date: 01/09/2013 | |
| | Issue: 1 | |

5.6 KSC Weather data archive

I dati meteorologici provenienti da tutti i sistemi del KSC sono disponibili on-line sul sito del Spaceport Weather Data Archive :

<http://trmm.ksc.nasa.gov/>

In particolare è possibile scaricare i dati giornalieri di tutto il network LPLWS :

<ftp://trmm.ksc.nasa.gov/trmm/fm/>